

Estratto dagli *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali*,  
Vol. XCIV, Fasc. III-IV (1955)

---

M. PAVAN e G. RONCHETTI

---

Studi sulla morfologia esterna e anatomia  
interna dell'operaia di *Iridomyrmex humilis*  
Mayr e ricerche chimiche e biologiche sulla  
iridomirmecina



MILANO

---

1955



M. Pavan e G. Ronchetti

STUDI SULLA MORFOLOGIA ESTERNA E ANATOMIA  
INTERNA DELL'OPERAIA DI *IRIDOMYRMEX HUMILIS*  
MAYR E RICERCHE CHIMICHE E BIOLOGICHE SULLA  
IRIDOMIRMECINA

Sommario

- PARTE I. *Morfologia esterna dell'operaia di Iridomyrmex humilis* Mayr: pg. 380. Capo pg. 380. Torace pg. 390. Zampe pg. 394. Addome pg. 399.
- PARTE II. *Anatomia interna*: pg. 407. Tubo digerente pg. 407. Apparato nervoso centrale pg. 410. Apparato tracheale pg. 415. Apparato riproduttore pg. 420. Sistema glandolare pg. 421.
- PARTE III. *L'iridomirmecina*. Introduzione pg. 429. Procedimenti estrattivi della iridomirmecina pg. 430. Ricerca della iridomirmecina in altri *Formicidae* pg. 435. Ricerche chimiche sulla iridomirmecina pg. 436. Contenuto di iridomirmecina in operaie di *Iridomyrmex humilis* Mayr e suo significato in natura pg. 438. Ricerche sulle proprietà antibatteriche pg. 441. Ricerche farmacologiche pg. 442. Attività insetticida della iridomirmecina pg. 450. Azione della iridomirmecina su vegetali pg. 466. Bibliografia pg. 472.

Introduzione

Nelle ricerche condotte da uno di noi, dall'operaia del Formicidae Dolichoderino *Iridomyrmex humilis* Mayr (Formica argentina) è stato ricavato il primo antibiotico e insetticida di origine animale ottenuto allo stato puro cristallino (iridomirmecina). La ricerca in tale indirizzo ha già avuto un seguito non solo da parte nostra. Questo risultato, l'interesse che tale formica riveste per la sua espansione e diffusione e per la sua dannosità all'agricoltura, agli animali e all'uomo, e il fatto che le questioni anatomiche sono di grande importanza per comprendere le caratteristiche biologiche e fisiologiche, ci hanno indotto a compiere il presente lavoro.

Abbiamo condotto uno studio sulla morfologia esterna (Parte I) e sull'anatomia interna (Parte II) dell'operaia di Formica argentina che sotto questi punti di vista non era ancora stata studiata a fondo, ed abbiamo raccolto e coordinato i dati noti e altri dati inediti sulla iridomirmecina (Parte III). Con questa nostra esposizione non si esauriscono gli argomenti trattati in quanto alcuni aspetti non sono ancora stati da noi studiati ed altri possono essere trattati più a fondo, ricerche che in buona parte abbiamo già avviato in molteplici sensi e sulle quali si riferirà in futuri lavori. Ci ripromettiamo anche di compiere future ricerche di morfologia esterna e anatomia interna e indagini biologiche sugli stadi giovanili, sul maschio e sulla femmina.

PARTE I - MORFOLOGIA ESTERNA DELL'OPERAIA  
DI IRIDOMYRMEX HUMILIS MAYR

Lunghezza del corpo steso sul piano orizzontale mm 2,67-2,73.

Capo, comprese le mandibole, lungo come i  $5/6$  del torace misurato ventralmente e lungo circa come il gastro. Antenne sottili, genicolate, giungenti, quando sono distese in addietro, fino al peziolo; arti medi e posteriori sottili e lunghi rispettivamente come i  $3/4$  di tutto il corpo e come il corpo stesso; arti anteriori assai più tozzi e ingrossati.

Colore del tegumento bruno, più scuro sul cranio; pubescenza molto corta, densa e coricata, sparsa su tutto il corpo e sugli arti, un poco più lunga sul gastro. Microscultura tegumentale a fine reticolo in rilievo, a maglie poligonali irregolari.

**Capo.**

(v. Tav. XXIX, XXXI; Fig. 1, 2, 4)

Di medie dimensioni, lungo circa come i  $2/7$  dell'intero corpo, subovale, più largo in addietro, con margini laterali lievemente convessi e convergenti anteriormente.

Cranio: lunghezza del cranio, misurata dal margine anteriore del clipeo al margine occipitale posteriore, mm 0,63-0,66; larghezza massima mm 0,60-0,64; spessore massimo mm 0,40-0,43. Il cranio visto di fronte ha forma subtrapezoidale con angoli notevolmente rotondati, margine anteriore clipeale subrettilineo e margine posteriore concavo nel mezzo; di profilo appare ovalare, con apice tronco in corrispondenza alla base dell'apparato boccale; ventralmente nella metà posteriore vi è una larga depressione accogliente il postoccipite. Lateralmente e anteriormente a questo sono visibili i solchi delle invaginazioni posteriori del tentorio, a forma di V con vertice anteriore; questi confluiscono in avanti nella linea mediana di invaginazione dell'apodema ipostomale, la quale termina anteriormente nel punto di mezzo della insenatura di inserzione dell'apparato boccale. Il margine anteriore ventrale del cranio oltre alla suddetta insenatura mediana larga e poco profonda presenta ai lati due altre piccole insenature simmetriche che accolgono le basi delle mandibole.

*Foro occipitale*: piccolo, ovale, aprentesi sul fondo di una vasta depressione, circondato dal cercine sclerificato del postoc-

cipite. *Postoccipite*: piccolo sclerite subcilindrico con saldatura al cranio non definita; ingrossato a cercine, presenta due acetaboli laterali nei quali si articolano i condili prosternali. *Occipite*: ampia area pubescente ventrale disposta a fascia arcuata, attorno al postoccipite e limitata, ma senza confini evidenti, dorsalmente da vertice e tempie, ventralmente dai lobi ipostomali e dal postoccipite. Le *postgene*, parti dell'occipite che si estendono latero anteriormente al foro occipitale e costituenti le porzioni latero posteriori della faccia ventrale del cranio, non sono delimitate morfologicamente e presentano una regolare continuità con le parti anatomiche circostanti. *Vertice*: area dorsale pubescente impari, a margini non definiti, situata nella zona mediana della capsula cefalica e limitata posteriormente dall'occipite, lateralmente dalle tempie e anteriormente dalla fronte senza delimitazioni morfologiche precise. *Ocelli*: assenti. *Tempie*: aree latero dorsali pubescenti pari, a margini non definiti, poste dietro gli occhi e limitate posteriormente dall'occipite dorsalmente e medialmente dal vertice e ventralmente dalle postgene. *Gene*: aree latero dorsali pari, pubescenti, a margini non definiti, poste anteriormente e in parte dorsalmente e ventralmente agli occhi, limitate dorso-medialmente dalle lamine frontali, anteriormente dalla sutura pleuro-stomale e ventralmente dalle lamine ipostomali. *Occhi composti*: piccoli, ovali, leggermente convessi, posti posteriormente alla gene un poco all'interno del margine laterale del cranio, nella sua metà distale, all'altezza del tratto basale delle lamine frontali. *Fronte*: area dorsale pubescente mediana, subrettangolare, con solco frontale poco visibile, limitata anteriormente dal solco clipeo frontale, lateralmente dalle lamine frontali e confluyente posteriormente col vertice senza limiti definiti. *Area frontale*: appena accennata. *Lamine frontali*: brevi, arcuate, fiancheggianti il margine interno degli occhi e giungenti al torulo; il lobo frontale delle lamine si eleva a visiera attorno al margine interno del torulo antennale. *Clipeo*: osservato dorsalmente appare come uno sclerite trasverso, assai più largo che lungo, incuneato posteriormente tra le lamine frontali colla sua porzione mediana più convessa, ed espanso antero-lateralmente a visiera orizzontale al di sopra del labbro e dell'apparato boccale. È limitato posteriormente dal solco clipeo frontale e presenta margine anteriore convesso nei tratti laterali, lievemente concavo nel mezzo; due lunghe setole simmetriche mediane, laterali, sono

poste nella zona più convessa del clipeo, altre setole più brevi anteriormente alle precedenti, presso il margine distale. Il clipeo si duplica ventralmente per tutta la lunghezza del margine anteriore costituendo la sua parete inferiore e il tratto dorsale del margine anteriore del cranio. All'altezza delle due invaginazioni tentoriali anteriori prossime al lato esterno dei toruli (*fossette clipeali*) il clipeo si continua lateralmente senza limiti netti, con due scleriti *pleuro-stomali* antistanti le *gene*, dalle quali risultano separati per mezzo delle suture pleuro-stomali; gli scleriti ricoprono per breve tratto la porzione latero-basale delle mandibole e duplicandosi all'interno costituiscono i tratti laterali del margine anteriore del cranio; questi presentano alla loro estremità dorsale e ventrale rispettivamente l'acetabolo per l'articolazione secondaria e il condilo per l'articolazione primaria delle mandibole. *Ipostomi*: due ampi scleriti ventrali subrettangolari, allungati e simmetrici, congiunti medialmente in corrispondenza del solco mediano del cranio a formare il *ponte ipostomale* che costituisce la porzione mediana della parete ventrale del cranio; sono limitati posteriormente da postoccipite e postgene, lateralmente da postgene e *gene*; i loro margini anteriori, ispessiti e ripiegati verticalmente verso l'alto a guisa di stretto bordo costituiscono il tratto ventrale del margine anteriore del cranio.

*Antenne*: di 12 antennomeri, genicolate, sottili e lunghe, giungenti quando sono distese in addietro, circa all'inizio del secondo segmento del gastro. *Scapo*: lungo circa 10 volte la sua larghezza massima, oltrepassante di circa  $1/5$  della sua lunghezza il margine occipitale del capo; articolato nel torulo mediante un piccolo condilo, col primo tratto sottile curvato e successivo tratto subrettilineo, gradualmente ingrossantesi. Il *funicolo* lungo circa una volta e  $1/3$  la lunghezza dello scapo è costituito da 11 antennomeri: il primo, genicolato e sottile in prossimità del condilo articolare è allargato a clava nel suo tratto terminale ed è due volte più lungo che largo; il secondo della stessa lunghezza e proporzioni del primo è cilindrico; gli antennomeri successivi fino al decimo compreso, sono cilindrici ma divengono gradualmente più tozzi variando il rapporto larghezza/lunghezza; infatti il terzo articolo è circa una volta e mezza più lungo che largo mentre il decimo è lungo quanto largo. L'undicesimo antennomero, lungo due volte e un quarto la sua larghezza massima ha forma subcilindrica nella metà basale, conica nella metà distale, con lati convessi.

**Mandibole:** robuste, lunghe come i  $\frac{2}{5}$  della lunghezza del cranio misurato dorsalmente. Constano di una parte basale tronco conica, tozza, portante i condili articolari e gli acetaboli e di una parte triturante subtriangolare appiattita a lama ricurva verso il basso. Viste dall'alto le mandibole hanno margine esterno subrettilineo nel tratto prossimale, fortemente ricurvo all'interno in quello distale, margine interno lievemente sinuoso ad S, con due grossi denti apicali e 4 denti triangolari più piccoli separati tra loro da piccoli dentelli irregolarmente rotondati. Viste di fianco hanno l'aspetto di una sottile falce ricurva verso il basso con una strozzatura evidente in corrispondenza della zona di passaggio tra la base e la porzione apicale lamellare. La superficie latero-dorsale esterna è fortemente convessa, con numerose setole sparse, più lunghe verso l'apice delle mandibole e in prossimità del margine interno; la superficie latero-ventrale interna è concava, con due file di robuste setole che decorrono parallelamente al margine interno dentato.

**Apparato maxillo-labiale:** Scarsamente visibile dal dorso perchè ricoperto e protetto in gran parte da mandibole e clipeo, più appariscente ventralmente. Compreso nello spazio limitato dorsalmente dalla concavità delle mandibole e posteriormente dalla insenatura dei margini anteriori degli ipostomi al centro della quale è articolato. L'apparato risulta composto dalle seguenti parti principali impari mediane (postmento, premento, piastra sottoligulare, ligula) e dalle seguenti parti principali pari (cardine, stipite, epistipite, galea, lacinia, palpo mascellare, palpo labiale, supporto della ligula, rastrello); l'apparato si articola con la piastra intercalare di Bugnion.

**Piastra intercalare** (denominazione sec. Bugnion): è costituita dalla porzione mediana dei margini ipostomali anteriori; è visibile di scorcio per trasparenza attraverso il tegumento ventrale del cranio in corrispondenza al tratto distale del solco mediano del ponte ipostomale; è trasversale, normale alla superficie ventrale del cranio, un poco addietro all'orlo della insenatura ipostomale anteriore. Presenta due apofisi laterali allungate, dirette in avanti, che si articolano nelle relative fossette dei cardini; costituisce quindi un supporto interno dell'apparato maxillo-labiale. **Cardini:** stretti ed allungati, avvicinati presso la linea sagittale del cranio, obliquanti postero-lateralmente e verso l'alto; sono costituiti da uno sclerite grossolanamente subtrian-

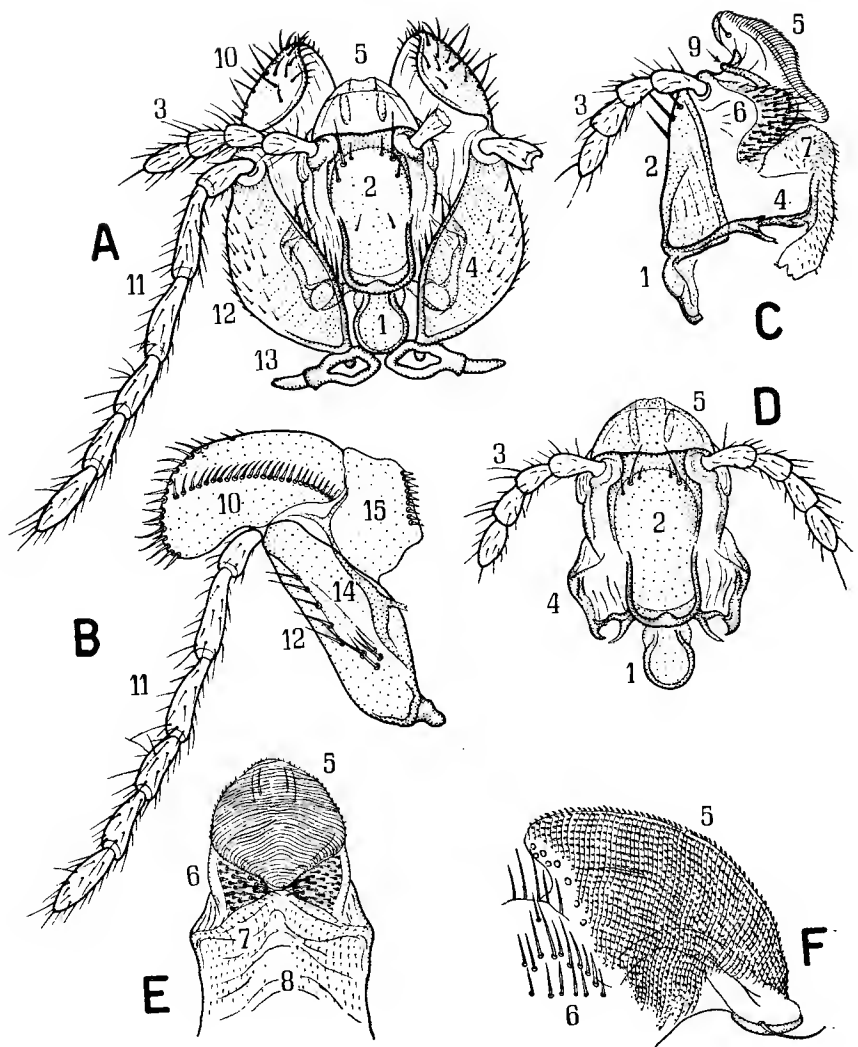


Fig. 1: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

A: apparato maxillo-labiale visto dal ventre.

B: mascella destra vista dalla faccia interna.

C-D-E: Labium con ligula retratta visto di profilo, dal ventre e dal dorso.

F: ligula di profilo.

1: premento; 2: postmento; 3: palpo labiale; 4: epimentum; 5: ligula; 6: rastrelli; 7: racchette; 8: doccia labiale; 9: piastra sotto-ligulare e supporti della ligula; 10: galea; 11: palpo mascellare; 12: stipite; 13: cardine; 14: epistipite; 15: lacinia.



golare con orli rilevati, prolungantesi posteriormente in una robusta apofisi ricurva; questa, poco prima dell'apice, ha una fossetta articolare che dà inserzione all'apofisi laterale della piastra intercalare. L'orlo ingrossato della piastra subtriangolare si congiunge anteriormente per mezzo di membrane all'apofisi posteriore dello stipite, antero-medialmente col margine posteriore del postmento. Ruotando nel piano orizzontale sull'apofisi della piastra intercalare il cardine può portare avanti la sua estremità interna e il movimento viene trasmesso all'apparato maxillo-labiale. *Stipiti*: dal ventre *in situ* essi mostrano una superficie losangiforme, con bordo esterno convesso e bordo interno subrettilineo, glabra internamente e con poche brevi setole nella faccia marginale esterna. Posteriormente si prolunga nella robusta apofisi per mezzo della quale si articola al cardine; anteriormente termina con una piccola iusenatura membranosa a semicerchio nella quale si inserisce il palpo mascellare. La superficie interna dello stipite, subrettangolare, non visibile quando il pezzo è *in situ*, è stretta ed allungata ed ha un'area centrale con alcune setole robuste; una serie di 5 o 6 setole decorre inoltre nella zona prossima al margine inferiore, parallelamente a questo. *L'epistipite* di Bugnion, posto presso il margine dorsale della superficie interna dello stipite, ha forma di stretta banderella longitudinale sclerotizzata, ripiegata a gomito nel tratto mediano; posteriormente al gomito vi è un ingrossamento dal quale si stacca verso l'alto e in addietro un sottile prolungamento poco sclerotizzato che si articola con un processo laterale dell'epimentum; nel suo tratto terminale, giungente fino al margine posteriore della galea l'epistipite presenta una biforcazione i cui rami sono saldati l'uno alla base della galea e l'altro a quello della lacinia. *Palpo mascellare*: di sei articoli, inserito su un'area membranosa subcircolare compresa fra stipite e galea, lungo circa due volte la lunghezza dello stipite. Gli articoli assai diversi tra loro per proporzioni e forma sono ricoperti di numerose setole di lunghezza crescente dalla base all'apice di ogni articolo. Il primo articolo è tozzo, circa due volte più lungo che largo, claviforme; il secondo e il terzo sono subconici (il terzo un poco ricurvo), lungo ciascuno quasi 4 volte la sua larghezza massima e quasi il doppio del primo; quarto e quinto assai simili, subconici, con un lato subrettilineo ed uno convesso, lungo ciascuno due volte e mezzo la sua

larghezza massima e come i tre quarti del terzo; sesto articolo ad ellisse molto allungata, lungo come il terzo e leggermente appiattito. *Galea*: solo parzialmente visibile di scorcio *in situ* osservando il capo dal ventre; di profilo, asportando le mandibole, appare come un lobo subellittico ed allungato, inclinato verso il basso, normale rispetto allo stipite, appiattito, con superficie esterna lievemente convessa, superficie interna concava e con margini anteriore ed inferiore rotondati e setolosi; la metà inferiore della galea sporge verso il basso rispetto al margine inferiore dello stipite; la metà superiore è saldata posteriormente con lo stipite, superiormente con la lacinia. La superficie esterna è cosparsa di numerose setole più fitte sul bordo antero-inferiore; la superficie interna presenta una serie di setole accollate e grosso modo allineate secondo l'asse maggiore dell'ellisse, dirette in avanti e verso l'alto. *Lacinia*: membranosa, estesa circa la metà della galea, laminare, subtrapezoidale, inserita per la base maggiore sul lato superiore della galea e su parte del margine su-

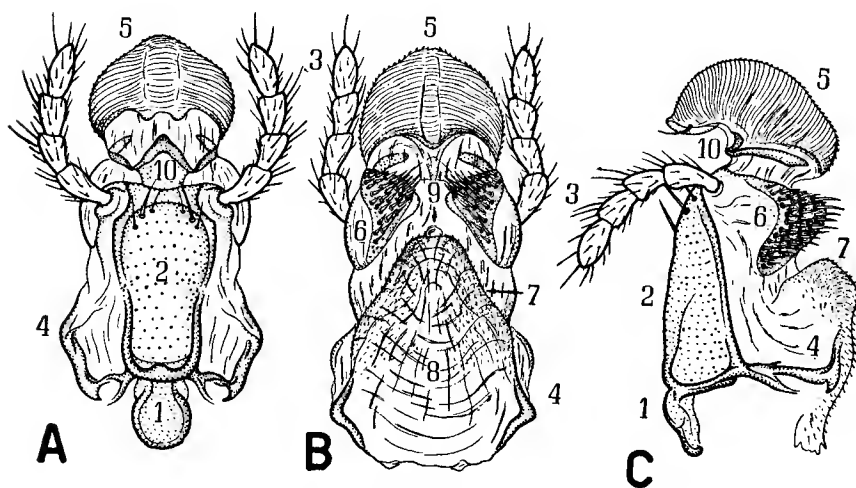


Fig. 2: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

A-B-C: labium con ligula protratta, visto dal ventre, dal dorso e di profilo.

1: premento; 2: postmento; 3: palpo labiale; 4: epimentum; 5: ligula; 6: rastrelli; 7: racchette; 8: doccia labiale; 9: sbocco del dotto delle glandole labiali; 10: piastra sottoligulare e supporti della ligula.

periore dello stipite; la base minore, libera, è fornita di una decina di corte spine dirette verso l'alto.

*Labium*: Le parti dell'apparato maxillo-labiale derivanti dal 2° paio di mascelle parzialmente fuse tra loro medialmente (postmento, premento, palpi labiali, piastra sottoligulare, supporti della ligula, ligula e rastrelli) costituiscono nel loro assieme il *labium*. Organo impari visibile dal ventre tra il 1° paio di mascelle, ha forma grosso modo di manicotto longitudinale, unito posteriormente per la base al 1° paio di mascelle e alla prefaringe da processi sclerotizzati e da connessioni membranose, e terminante anteriormente a fondo cieco colla ligula. *Postmento*: piccola piastra sclerotizzata fortemente convessa, poco più lunga che larga, situata tra le basi degli stipiti, saldata sul davanti colla base del premento, collegata posteriormente coi cardini e colla piastra intercalare mediante membrane; ha margini sclerotizzati in forma di U con braccia rivolte verso il premento. *Premento*: posto tra gli stipiti anteriormente al postmento. Osservando il capo dal ventre appare come una piastra fortemente sclerotizzata, subrettangolare, due volte più lunga che larga, ad angoli arrotondati, ricurva a scudo con accentuata convessità ventrale. Il margine posteriore è ingrossato e rilevato. Poche setole di varia lunghezza sono inserite in prossimità del margine anteriore. Osservato di fianco il premento mostra con più evidenza la sua forma di scudo convesso ventralmente; ha profilo subtriangolare ed i suoi margini superiori subrettilinei, si prolungano all'estremità posteriore in due lunghe apofisi dirette verso l'alto; a queste si articolano gli *epimentum* o *scleriti di Huxley*, sottili banderelle sclerotizzate, piegate a 90 gradi nel mezzo, dirette verso l'alto nel primo tratto, orizzontalmente ed in avanti nel secondo tratto. In prossimità della sua inserzione sul premento ciascun epimentum ha una breve apofisi articolantesi con la corrispondente apofisi dell'epistipite. *Palpi labiali*: di 4 articoli, inseriti su due piccole protuberanze membranose poste appena al di sopra del margine anteriore del premento; sono lunghi circa come il premento. Il primo articolo è lungo più di due volte la sua larghezza massima, con scarse setole; il secondo ed il terzo sono subuguali, subconici, asimmetrici per la presenza di una espansione careniforme nella metà distale del margine anteriore. Numerose setole sparse, di cui alcune, più lunghe, sono inserite all'apice dell'espansione careniforme. L'ultimo articolo un poco

più lungo del secondo ha forma ellittica allungata con setole sparse più lunghe e robuste in prossimità dell'apice. *Piastra sottoligulare*: osservando l'apparato maxillo-labiale dal ventre è visibile anteriormente al premento una piccola piastra pentagonale, glabra, debolmente sclerotizzata. Più stretta del premento, al margine anteriore del quale si appoggia per un lato, un poco più lunga che larga, termina anteriormente con due lati del pentagono fortemente sclerotizzati e rilevati, disposti a V con vertice anteriore. Ai due angoli laterali della piastra sottoligulare un poco anteriormente e dorsalmente all'inserzione del palpo, sono articolate due strette lamine dirette verso l'alto e formanti due archi laterali e simmetrici, con concavità interna, non congiungentisi dorsalmente. Queste lamine visibili di profilo alla base della lingua prendono nome, dalla funzione che adempiono, di *supporti della ligula*. *Ligula*: posta all'estremità del labium, quando è retratta è visibile come un disco appiattito contro il margine anteriore del premento e contro i rastrelli; protratta, essa ha un aspetto sacciforme e termina ripiegata verso il basso; la ligula è collegata con le formazioni retrostanti del labium, mediante un breve collo membranoso che ha come armatura di sostegno i due supporti della ligula e la piastra sottoligulare. La superficie anteriore della ligula è convessa, lievemente rilevata medialmente, percorsa da creste esilissime trasverse, terminanti ai due margini laterali della ligula secondo una linea irregolare. A forte ingrandimento ogni cresta si risolve in una serie di numerosissime lamelle simili a faneri appiattiti, allungate verso l'alto e strettamente affiancate l'una all'altra. Tale superficie ricorda la rasposità di una lima da legno.

Osservando il labium dal ventre o di profilo è visibile la estremità inferiore della ligula assai prominente verso il basso; la sua parete posteriore membranosa, priva di faneri, si salda alla piastra sottoligulare dopo essersi curvata verso l'alto formando una concavità denominata *fossetta sottoligulare*; all'interno della fossetta, in prossimità dell'apice ligulare si trovano due lamelle rilevate, parallele dirette verso il basso e visibili di profilo come creste allungate. Osservando il labium dal dorso o di profilo è visibile l'estremità superiore della ligula, poco prominente, con parete posteriore degradante fino all'estremità dorsale dei supporti della ligula. Un poco posteriormente all'orlo dorsale della ligula si notano numerosi pori gustativi, allineati i laterali, rag-

gruppati in una piccola area quelli centrali. La struttura membranosa della ligula le consente movimenti di propulsione e retrocessione ottenuti in parte col variare dell'afflusso della emolinfa nella sua cavità interna; essa può inoltre spostarsi per breve tratto dal basso all'alto e viceversa ruotando attorno al fulcro costituito dalla linea di confine tra piastra sottoligulare e premento.

Poco addietro alla radice della ligula, dorsalmente alle inserzioni dei due palpi labiali, si trovano i *rastrelli*, due lobi membranosi, piatti, eretti verso l'alto a triangolo con vertice arrotondato e superficie esterna più sclerotizzata, irta di numerose robuste setole, più lunghe verso il vertice; tra queste due formazioni è visibile dall'alto lo sbocco circolare del dotto delle glandole labiali.

**Prefaringe:** La zona membranosa prefaringea che fa da soffitto alla concavità limitata dalla piastra del premento ai cui margini dorsali si salda mediante espansioni membranose, è conformata a guisa di solco mediano longitudinale gradualmente allargato da avanti in addietro, estendentesi dalla base della ligula al sacco infraboccale. Ai lati la prefaringe è rilevata in due ripiegature membranose sclerotizzate, *le racchette*, subtriangolari e cosparse di numerosi corti peluzzi; nel tratto posteriore esse sono sostenute dal tratto orizzontale dell'*epimentum*; lievemente reclinate l'una verso l'altra a guisa di tettoia sulla doccia labiale, convergono anteriormente in prossimità dello sbocco delle glandole labiali, lasciando una stretta fessura per il passaggio della doccia labiale. **Sacco infraboccale:** la membrana prefaringea che costituisce le espansioni laminari delle racchette e la parte posteriore della doccia labiale, si avvala in addietro a formare il pavimento di una ampia sacca sferoidale posta per la maggior parte ad un livello superiore al piano della doccia labiale della quale costituisce una terminazione a fondo cieco. L'apertura del sacco, ampia e con bordi lievemente sclerotizzati, si apre sul davanti iniziando dal piano della doccia labiale ed allargandosi circolarmente verso l'alto. La parte dorsale della membrana prefaringea che forma il sacco infraboccale, si estende in avanti sulla bocca del sacco, e si duplica poi verso l'alto formando una laminetta membranosa discoidale, appiattita, estesa trasversalmente all'asse della doccia labiale, che in posizione di riposo chiude l'apertura del sacco infraboccale; i suoi margini liberi

inferiori e laterali, combaciano per tutta la loro estensione con gli orli sclerotizzati dell'apertura; la laminetta prefaringeale si continua in addietro con il pavimento della faringe.

**Atrio faringeo:** è una fessura trasversa, leggermente arcuata verso l'alto, limitata inferiormente dalla laminetta prefaringeale e superiormente dal labbro membranoso del palato.

**Palato:** la membrana del palato costituisce una duplicatura a labbro, sporgente sotto il labbro superiore, che sovrasta l'atrio faringeo con possibilità di chiuderlo sovrapponendosi alla laminetta prefaringeale; la parete dorsale del labbro del palato si salda posteriormente con la base sclerotizzata del labbro superiore, quella ventrale si continua in addietro con la parete dorsale della faringe. Il labbro membranoso del palato risulta molto appiattito, con margini anteriore e laterali liberi subrettilinei, a forma di visiera subrettangolare più estesa della laminetta prefaringeale, assai più larga che lunga, fortemente arcuata con concavità ventrale.

**Labbro superiore:** osservando il capo dal dorso è visibile soltanto nella sua metà anteriore perchè ricoperto per l'altra metà dal clipeo; il labbro spinto in avanti appare per intero, simile ad una piastra sclerotizzata subtrapezoidale con base maggiore articolata al margine inferiore del clipeo e con base minore libera, profondamente incisa a V nel mezzo. La superficie dorsale e il margine anteriore portano sottili peluzzi; due setole più lunghe sono inserite in prossimità degli angoli anteriori del trapezio. Visto di profilo il labbro appare come una sottile laminetta sclerotizzata inclinata verso il basso e in avanti.

#### **Torace.**

(v. fig. 3)

Lunghezza del torace misurata ventralmente, dal margine anteriore del pronoto a quello posteriore del metasterno, mm 1 circa; è esile e stretto, lungo poco più di  $\frac{1}{3}$  dell'intero corpo e circa 2 volte e mezzo la sua larghezza massima. Visto di profilo il margine superiore è regolarmente e debolmente convesso fino al limite posteriore del metatorace dove inizia l'epinoto; questo è costituito dal 1° urite che si è saldato al metatorace, col quale fa corpo indissolubilmente; è molto convesso nella parte anteriore,

declinante nella parte posteriore verso il basso con profilo retti-

lineo. Il margine inferiore del torace presenta tre archi irregolarmente convessi, contigui, portanti al culmine le articolazioni delle zampe.

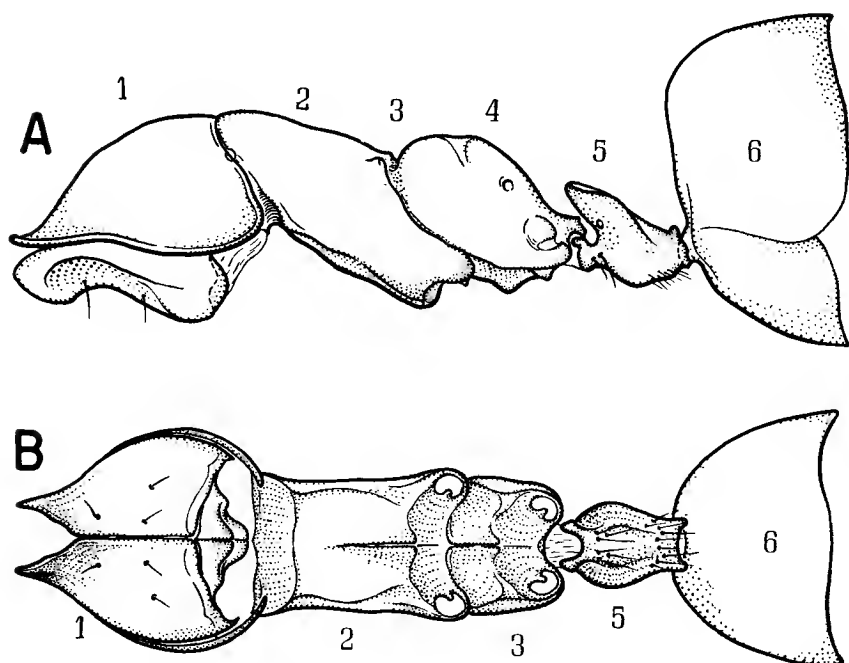


Fig. 3: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

A-B: Torace e primi segmenti dell'addome visti di profilo e dal ventre.  
 1: protorace; 2: mesotorace; 3: metatorace; 4: epinoto; 5: peziolo;  
 6: primo segmento del gastro.

**Protorace:** è lungo più di  $\frac{1}{3}$  del torace e largo al massimo come i  $\frac{2}{3}$  della testa. Il *pronoto* è circa largo quanto lungo, ha forma di piastra convessa subemisferica, ristretta sul davanti a visiera e con un'ampia insenatura a U capovolto sulla parete posteriore. Visto dall'alto ha contorno subcircolare interrotto posteriormente dalla zona di inserzione del mesotorace. Visto di profilo il pronoto appare subtriangolare con lato inferiore sinuoso arcuato verso l'alto nel tratto posteriore, con margine dor-

sale convesso e con lato posteriore, confinante col mesonoto, subrettilineo. Il *prosterno*: ha contorni subtriangolari, è più breve e un poco più stretto del pronoto, un poco più largo che lungo con vertice prossimo al foro occipitale, lati leggermente convessi all'esterno e base posteriore nel mezzo della quale è accollato un piccolo sclerite triangolare a vertice posteriore portante la *furca protoracica*. Lo sterno presenta ai lati due scleriti convessi subtriangolari, con vertice anteriore, eretti verso l'alto e medialmente a guisa di sponde, i cui margini superiori sono congiunti per tutta la loro lunghezza a quelli inferiori del pronoto mediante membrane; queste consentono la parziale retrazione degli scleriti laterali del prosterno nella concavità del pronoto e una notevole autonomia di movimenti dei due archi protoracici. Osservato dal ventre il prosterno appare formato da due ampi scleriti subtriangolari, contigui in corrispondenza della sutura sagittale; questi, in prossimità della regione del collo si scostano delimitando un'ampia insenatura a V con vertice posteriore. Ai lati della V la zona apicale di ogni sclerite forma una lamina stretta e allungata con faccia interna ricurva a doccia e margine anteriore rotondato; le due lamine formano con la sovrastante visiera del pronoto un restringimento a forma di collo che protegge la membrana cervicale; la superficie interna delle due lamine ha due robuste apofisi sulle quali si articola il cercine postoccipitale. I margini posteriori degli scleriti prosternali sono separati mediante solchi suturali dal margine basale dello sclerite triangolare mediano che si sviluppa verso l'alto tra i fori delle articolazioni del primo paio di coxe, costituendone gli orli inferiori e mediani; lo sclerite è diviso nel mezzo dal solco longitudinale dell'invaginazione dell'apodema sagittale protoracico. In corrispondenza agli angoli posteriori ventrali degli scleriti laterali del prosterno si trovano i condili per l'articolazione delle coxe. Alcune setole di varia lunghezza sono allineate parallelamente alla sutura prosternale ai due lati del tratto mediano.

*Mesotorace*: misurato dal dorso risulta un poco più breve del protorace; ha l'aspetto di un manicotto grosso modo subcilindrico, più lungo che largo, leggermente allargato nella metà posteriore, con asse longitudinale inclinato in addietro verso il basso. I piani di contatto con pro e metatorace, sono tra loro subparalleli e tagliano obliquamente il cilindro mesotoracico; questo, osservato di profilo, ha forma rombica. La sezione tra-



sversa del mesotorace si presenta come una U capovolta, con un segmento subrettilineo che unisce le due estremità delle braccia della U; il tratto curvo della U e parte delle sue braccia corrispondono alla sezione del mesonoto, il tratto terminale delle braccia ed il segmento di unione corrispondono alla sezione del mesosterno. Il *mesonoto*, che forma il dorso e parte dei fianchi del mesotorace, è costituito da una piastra subrettangolare ricurva a scudo, collegata con mesosterno e metanoto senza limiti definiti, anteriormente divisa dal pronoto per mezzo di un solco a fondo membranoso; nelle zone latero dorsali del solco vi è il primo paio di stigmi. Il *mesosterno* costituisce l'area ventrale subrettangolare del mesotorace e la porzione inferiore dei suoi lati; è collegato anteriormente col prosterno mediante una estesa membrana ed è separato dal metasterno mediante il solco trasverso posto dietro i fori per le articolazioni coxali mesotoraciche; la sua superficie è intersecata da alcune lievi creste e carene che la suddividono in aree ben delimitate. Lo sclerite centrale, il più esteso, ha contorni subrettangolari ed è diviso longitudinalmente nella sua metà posteriore dal solco mediano dell'apodema che porta la *furca mesotoracica*; lo sclerite anteriore è breve e trasverso, ricurvo a solco con fondo ampiamente rotondato; gli scleriti che costituiscono la porzione inferiore dei fianchi del mesotorace sono grosso modo losangiformi, senza limiti definiti in corrispondenza di mesonoto e metasterno; lo sclerite posteriore, confinante col metasterno è breve, subrettangolare, trasverso, rilevato verso l'alto in addietro, con superficie leggermente concava e porta alle estremità laterali i fori per le articolazioni delle coxe mesotoraciche con robusti condili sugli orli mediani; la sua superficie è parzialmente divisa longitudinalmente dal tratto posteriore del solco mediano dell'apodema mesotoracico in due scleriti uguali e simmetrici.

**Metatorace:** è un segmento assai ridotto, con limiti solo parzialmente individuabili. Il *metanoto* con confini anteriori e posteriori incerti, è formato da una stretta fascia ricurva ad arco posta anteriormente all'epinoto; nel suo tratto dorsale si apre il secondo paio di stigmi. Il *metasterno* è costituito da una piastra subquadrangolare ventrale, divisa longitudinalmente da una carena mediana, cui corrisponde all'interno del corpo l'apodema sagittale della *furca metatoracica*, e trasversalmente da una lieve carena sinuosa che limita anteriormente gli scleriti concavi

portanti alle loro estremità laterali i fori per l'articolazione delle coxe metatoraciche con robusti condili sugli orli mediani; il margine posteriore ventrale del metasterno, concavo nel mezzo, è collegato posteriormente col peziolo da una membrana. L'arco metasternale si estende anche sui fianchi del metatorace in due prolungamenti laterali confinanti superiormente col metanoto e posteriormente coll'epinoto senza limiti definiti; nella zona posteriore confinante coll'epinoto, al di sotto degli stigmi di questo segmento, vi è un rilievo subovoidale troncato in basso da una fessura falciforme, il quale costituisce la parete esterna convessa della camera in cui sboccano le glandole metatoraciche.

**Epino**: è formato dal 1° urotergo addominale saldato al torace; appare come una calotta convessa, più lunga che larga, subellittica, inclinata verso il basso in addietro. Visto dal dorso si presenta largo come la parte posteriore del mesotorace; di profilo il margine dorsale è molto convesso nel tratto anteriore, subrettilineo e inclinato verso il basso nella metà posteriore. È saldato anteriormente e ventralmente al metatorace senza limiti definiti e presenta nel tratto mediano del margine posteriore, al di sopra dell'inserzione del peziolo, una breve visiera sclerotizzata alla cui base sono scavati ventralmente e ai lati due acetaboli per i condili peziolari, e munita distalmente di due processi condiloidei.

### **Zampe.**

(v. fig. 4, 5)

**Zampe anteriori**: sono lunghe circa come torace e addome presi assieme e assai più robuste delle zampe medie e posteriori. **Coxa**: è lunga due volte la sua larghezza massima, tronco-conica, con base convessa. Sulla coxa si trovano allineate alcune setole di cui una all'apice, quattro sulla linea longitudinale mediana della faccia anteriore, due sulla linea mediana della faccia posteriore. **Trocantere**: breve, un poco più stretto dell'apice della coxa, lungo circa quanto largo, lievemente compresso; un breve collo ripiegato a gomito unisce questa parte alla coxa.

**Femore**: è lungo poco meno del doppio della coxa e quattro volte la sua larghezza massima, pubescente; visto di profilo appare robusto, ad ellisse molto allungata. Nella porzione terminale della faccia ventrale è scavata una doccia ampia, longitudinale,

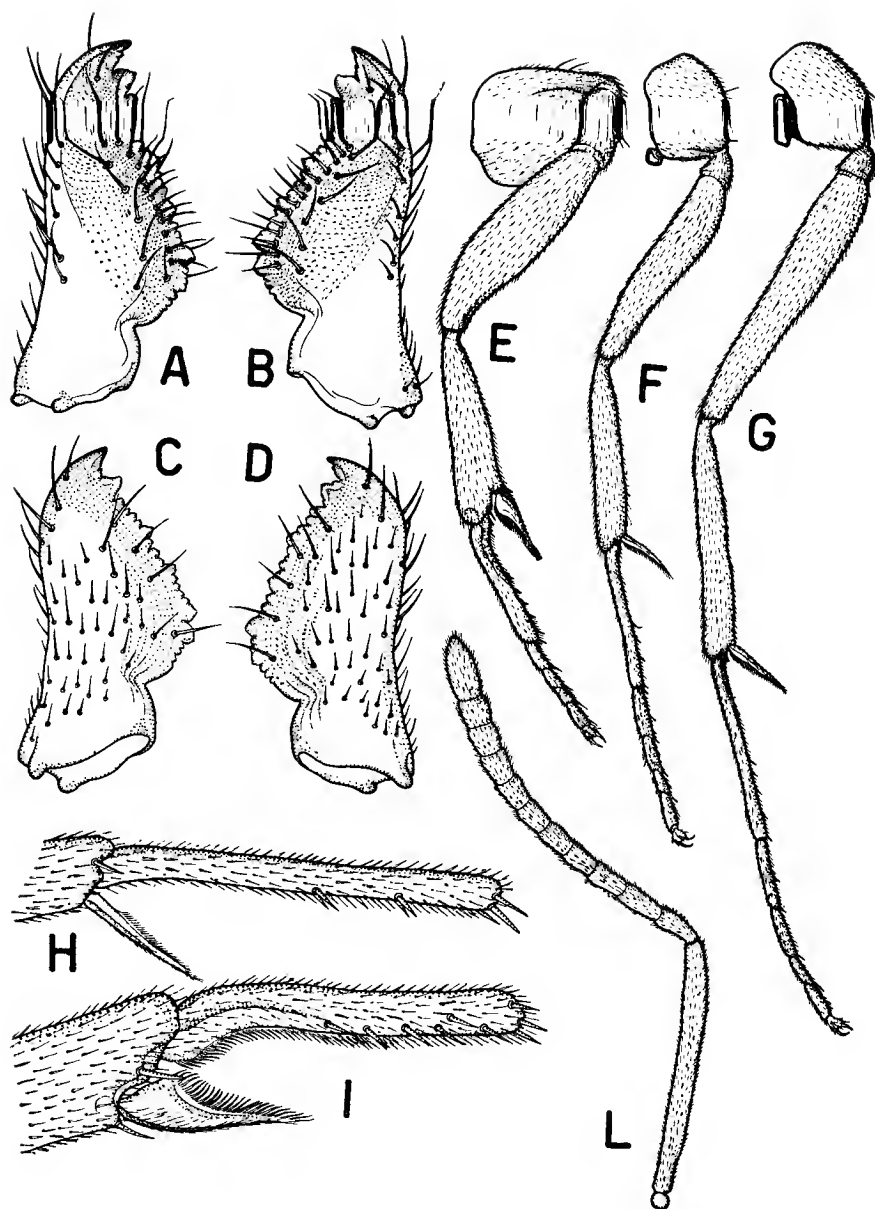


Fig. 4: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

A-B: mandibole destra e sinistra viste dal ventre.

C-D: mandibole sinistra e destra viste dal dorso.

E-F-G: zampa anteriore, media e posteriore viste di profilo.

H-I: sperone tibiale e primo articolo tarsale della zampa media e di quella anteriore.

L: antenna.

compresa fra due creste laminari subparallele. *Tibia*: è un poco più breve e più stretta del femore, e lunga quasi 5 volte la sua larghezza massima. La faccia ventrale della tibia in prossimità dell'estremità distale porta una profonda insenatura scavata a doccia; in questa è inserito un robusto sperone lungo come i  $2/5$  della tibia, che presenta sulla faccia rivolta al tarso una espansione laminare subtriangolare con margine sfrangiato. Sull'orlo esterno della doccia ai lati dello sperone due setole spiniformi, sull'orlo interno una serie di sottili lunghi peluzzi anteriori allo sperone. *Tarsi*: pentameri, robusti, lunghi complessivamente come il femore. Il 1° tarsomero è lungo una volta e  $1/3$  la lunghezza complessiva degli altri 4, e otto volte più lungo che largo; visto di profilo appare fortemente arcuato in avanti nel tratto iniziale, poi fino alla estremità subrettilineo e di larghezza costante. Il margine posteriore è fornito per tutta la lunghezza di una forte frangia di sottili e lunghi peluzzi fiancheggiata ai due lati e nella sua metà distale da due file parallele di robuste setole spiniformi: l'apice, ad eccezione del tratto dorsale, ha una corona di 4 spine e di poche setole più sottili. I 4 tarsomeri successivi visti dal dorso, sono subconici, a lati un poco convessi; leggermente depressi, presentano alla loro estremità, ad eccezione del 5° che non ha setole spiniformi, la corona latero ventrale di 4 spine e setole più sottili; le loro dimensioni variano invece sensibilmente poichè il 2° ed il 5° sono lunghi come  $1/4$  del 1° segmento, mentre il 3° ed il 4° sono rispettivamente i  $3/4$  e i  $2/3$  della lunghezza del 2°.

*Pretarsi*: sono costituiti da due robuste *unghie* impiantate su una base membranosa e articolate su un piccolo *unguifero* che si ripiega verticalmente verso il basso dal margine distale e dorsale dell'ultimo tarsomero. Un lobo assai esteso, l'*arolio*, è visibile tra le unghie; è formato da una porzione distale membranosa, dilatata, e da una parte di sostegno ristretta a collo, allungata, pure membranosa ad eccezione di un piccolo sclerite dorsale; questo presenta una formazione basale subcircolare con orli rilevati, articolata posteriormente con l'unguifero tra le basi delle unghie e si prolunga in avanti con una stretta lamina allungata terminante con una listerella trasversa e ricurva che sostiene il lobo membranoso dell'*arolio*; la faccia ventrale del collo, lievemente sclerotizzata, è ricoperta da numerose lunghe setole e si salda posteriormente sul margine distale ventrale dell'ultimo tarsomero

e sulla piastra subtriangolare ventrale dell'*unguiretrattore*, parzialmente invaginata nell'ultimo articolo tarsale.

*Zampe medie*: lunghe circa come le zampe anteriori, ma assai più snelle e simili agli arti posteriori per la loro conformazione generale.

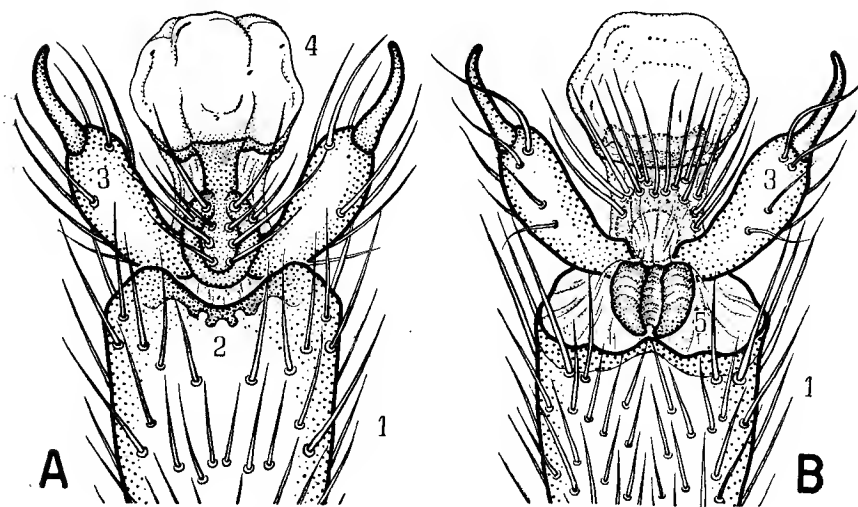


Fig. 5: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

A-B: pretarso anteriore destro visto dal dorso e dal ventre.

1: quinto articolo tarsale; 2: unguitrattore visto di scorcio e per trasparenza attraverso il tegumento del tarsomero; 3: unghie; 4: arolio; 5: unguiretrattore.

*Coxa*: è lunga una volta e  $\frac{1}{5}$  la sua larghezza massima e circa  $\frac{1}{2}$  della coxa anteriore, leggermente compressa, subconica, con base molto convessa; presenta sulla parete ventrale due setole simmetriche in prossimità dell'apice ed una nella zona centrale della faccia interna. *Trocantere*: è lungo circa come la metà della coxa e un poco più lungo che largo, tronco conico, con una strozzatura presso l'articolazione colla coxa. *Femore*: è lungo un poco meno di quello anteriore, 5 volte la sua larghezza massima e due volte e mezzo la lunghezza della coxa. Doccia ventrale distale e peluria simili a quelle del femore anteriore. *Tibia*: è un poco più breve e più stretta del femore, lunga come quella anteriore e circa 6 volte la sua larghezza massima.

Nella zona ventrale dell'estremità distale è scavata una fossetta che accoglie la base di uno sperone subconico, lungo come  $1/3$  della tibia, sottile, con una frangia di peluzzi lungo il margine rivolto ai tarsi. Due robuste setole sono inserite ai lati dello sperone. *Tarsi*: esili e lunghi complessivamente una volta e mezza il femore e poco meno di una volta e un quarto i tarsi anteriori. Il primo tarsomero è lungo come gli altri 4 presi assieme e 11 volte più lungo che largo; ha forma subcilindrica ed è un poco allargato distalmente ove presenta un cestello composto da 4 robuste setole spiniformi e da alcune altre più sottili; sulla superficie ventrale della metà distale dell'articolo si trovano poche setole spiniformi disposte in due file longitudinali e parallele; il secondo tarsomero, lungo come  $1/3$  del primo, è pure subcilindrico, con estremità un poco allargata, cestello apicale simile al precedente ed una setola spiniforme ventrale a metà circa della sua lunghezza; il terzo tarsomero è subcilindrico ma un poco dilatato all'apice rispetto ai due precedenti, poco più breve del secondo tarsomero; presenta un cestello di spine apicale; il quarto tarsomero più breve degli altri, è lungo come  $3/4$  del precedente, depresso; visto dall'alto ha i lati un poco divergenti distalmente e convessi, con cestello apicale; il quinto tarsomero è lungo circa come il terzo, più depresso del quarto; visto dall'alto ha, come questo, lati divergenti; manca il cestello di setole spiniformi. *Pretarsi*: simili a quelli delle zampe anteriori.

*Zampe posteriori*: di aspetto simile a quelle medie, lunghe circa una volta e un terzo la lunghezza di queste e più dell'intero corpo. *Coxa*: simile a quella media come conformazione e chetotassi, ma più snella; è lunga una volta e  $2/3$  la sua larghezza massima ed una volta e  $1/4$  circa la lunghezza della coxa mediana. *Trocantere*: simile per forma e dimensioni a quello mediano. *Femore*: lungo poco meno di 6 volte la sua larghezza massima ed una volta e  $1/3$  la lunghezza di quello mediano; visto dall'alto è compresso, con lati subparalleli, lievemente arcuato verso l'interno; ampia doccia distale ventrale simile a quella del femore mediano. *Tibia*: notevolmente più corta e stretta del femore, lunga più di 7 volte la sua larghezza massima o circa una volta e  $1/4$  la lunghezza di quella mediana, appare simile a questa per forma e chetotassi e presenta all'apice un identico sperone frangiato. *Tarsi*: lunghi complessivamente circa una volta e mezza il femore e una volta e  $1/3$  i tarsi mediani. Simili a questi per forma.

e chetotassi dei singoli articoli, ma più snelli. Il primo articolo è 13 volte più lungo che largo e lungo come gli altri 4 presi assieme; il secondo è  $\frac{2}{5}$  del primo, il terzo  $\frac{3}{4}$  del secondo il quarto e l'ultimo rispettivamente  $\frac{2}{3}$  e  $\frac{4}{5}$  del terzo. *Pretarsi*: simili a quelli delle zampe anteriori.

#### Addome.

(v. fig. 6, 19, 20)

È lungo dal margine anteriore dorsale dell'epinoto all'estremità posteriore del gastro meno della metà dell'intero corpo; è costituito da 7 uriti visibili: l'epinoto, il peziolo ed i 5 uriti del gastro. Il primo urite (epinoto) è saldato al metatorace col quale fa corpo indissolubilmente ed è stato descritto pertanto col torace.

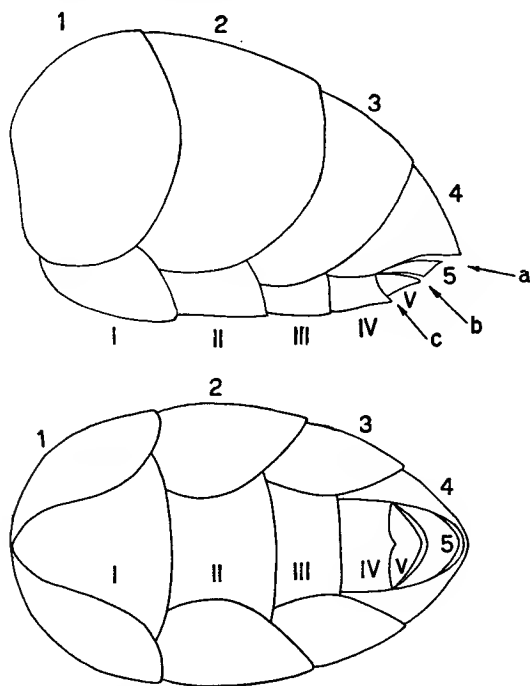


Fig. 6: *Iridomyrmex humilis* Mayr, operaia.

Schema del gastro, in alto visto lateralmente, in basso visto ventralmente. Da 1 a 5: urotergiti. Da I a V: urosterniti. a: sbocco del serbatoio delle glandole anali. b: sbocco del vestibolo anogenitale. c: sbocco dell'organo ventrale.

**Pezziolo:** è munito di un brevissimo peduncolo subcilindrico anteriore, col quale si articola all'epinoto ed è costituito da una squama allungata verso l'alto a ferro di lancia, compressa trasversalmente e inclinata in avanti; vista di profilo la squama ha aspetto subtriangolare con parete anteriore un poco convessa, parete posteriore piatta. Corpo del pezziolo fusiforme, tozzo e lungo circa quanto l'altezza della squama. Due stigmi si aprono presso i margini laterali della faccia anteriore della squama, poco al di sopra della sua linea di inserzione sul pezziolo.

**Gastro:** è lungo circa  $1/3$  della lunghezza dell'intero corpo ed ha colorazione bruna più scura del torace e capo: pubescenza più lunga e densa che altrove. Visto di profilo ha altezza massima presso il quinto basale, uguale a poco più della metà della lunghezza del gastro. Il margine anteriore è leggermente inclinato in avanti sul pezziolo che si articola molto in basso; il margine dorsale che presenta un tratto mediano a debole convessità e i tratti iniziale e terminale a convessità più accentuata declina sensibilmente in addietro verso l'apice del gastro assai prossimo al piano della parete ventrale; il margine ventrale è debolmente convesso per tutta la sua lunghezza.

Visto dal dorso il gastro ha forma ovale con larghezza massima verso la metà, uguale a poco più della metà della sua lunghezza.

Gli uriti del gastro visibili sono 5, nettamente distinti. Ogni urite è costituito da un urotergo che si estende anche sui fianchi del gastro e da un urosterno molto più piccolo, in parte ricoperto lateralmente dall'urotergo corrispondente. Gli uriti, embricati e articolati tra loro per mezzo di estese membrane, possono sovrapporsi parzialmente in varia misura in relazione alle condizioni fisiologiche dell'animale: ne consegue una notevole variazione nella lunghezza apparente della parte visibile di ogni urite per cui la comparazione delle loro dimensioni apparenti è approssimativa.

Il *primo urite*, a forma di conca, costituisce la parete anteriore del gastro ed è notevolmente più breve del secondo. L'inserzione gastro-peziolo si trova nella zona ventrale della parete anteriore del gastro; ha forma ovalare ed è circondata da un rilievo latero-dorsale formato da espansioni del margine inferiore del tergite mentre inferiormente è delimitata da un tratto ingrossato del margine anteriore dello sternite. L'urotergo si sviluppa verso l'alto in forma di valva piatta nella zona cen-



trale, convessa nelle zone periferiche dorsale e laterali che si curvano in addietro a ricoprire la base dell'urotergo successivo.

L'urosterno si allarga in addietro e un poco in basso in forma di valva moderatamente convessa; osservando il gastro dal ventre appare come una piastra subtriangolare compresa tra i margini laterali inferiori dell'urotergo. Presso il margine posteriore vi sono lunghe setole. Il primo paio di stigmi gastrali si apre lateralmente all'area appiattita poco al di sopra dell'articolazione col peziolo. Il *secondo urite* è il più esteso ed ha forma di anello; l'urotergo è simile a una fascia ricurva con margine prossimale nascosto sotto il segmento precedente e margine distale subrettilineo nella zona dorsale, largamente rotondato in quelle laterali. L'urosterno, osservando il gastro dal ventre, ha l'aspetto di un trapezio trasverso. Il secondo paio di stigmi gastrali si apre nelle zone dorso-laterali dell'urotergo in prossimità del margine prossimale e sono sovente ricoperti dall'orlo distale del segmento precedente. Nella metà distale dell'urosterno si trovano numerose setole di lunghezza varia allineate su due file trasversali parallele. Il *terzo urite* è simile al precedente per conformazione generale; ne differisce soltanto per le dimensioni ridotte, per una maggior inclinazione dell'urotergo verso il basso e in addietro, per la presenza sulla superficie dorsale di questo di due setole simmetriche inserite circa a uguale distanza tra i margini distali del terzo e del secondo segmento e per un maggior numero di setole sparse sull'urosterno. Terzo paio di stigmi gastrali come per il segmento precedente. Il *quarto urite* è ancora più ridotto del precedente e notevolmente diverso per conformazione. L'urotergo ha forma molto convessa con margini posteriori fortemente arcuati e limitanti la zona distale della superficie ventrale; visto da sopra è triangolare con lati convergenti caudalmente a costituire l'apice del gastro. L'urosterno osservato dal ventre ha la forma di un piccolo rettangolo trasverso il cui margine distale presenta nel mezzo una breve carena sporgente verso l'addietro con una sorta di becco a profilo subtriangolare, poco pigmentato e internamente scavato a doccia. All'inizio della doccia sbocca il canale deferente dell'organo ventrale che è saldato al centro del margine anteriore del 5° urosterno.

Una serie di alcune lunghe setole tra loro ugualmente distanziate, decorre trasversalmente poco lontano dal margine posteriore dell'urotergo. Altre setole sono inserite sull'urosterno ai

due lati della carena e anteriormente alla sua base. Quarto paio di stigmi gastrali come per l'urite precedente. Il *quinto urite* è l'ultimo visibile all'esterno ed il più ridotto; si trova in posizione ventrale, ed ha contorno subtriangolare. Osservando il gastro ventralmente l'urotergo si presenta falciforme, corto, trasverso, con convessità posteriore. L'urosterno appare subtriangolare, con base subrettiliuea interrotta nel mezzo dalla punta della carena su ricordata, con margine distale convesso, leggermente concavo nel tratto mediano. Tra quinto urotergo e quinto urosterno vi è l'apertura arcuata del vestibolo ano-genitale; tra gli urotergiti del quinto e del quarto segmento vi è l'apertura falciforme di sbocco del serbatoio delle glandole anali. Il quinto paio di stigmi gastrali ricoperto dall'urite precedente, trovasi nelle zone laterali dell'urotergite. Numerose setole di varia lunghezza sono sparse nella zona mediana dell'urosterno ed in prossimità del margine distale.

#### Apparato del pungiglione.

(v. fig. 7, 8, 9)

Gli uriti sesto e settimo sono totalmente contenuti nella cavità delimitata ventralmente dal quinto urite e dorsalmente dal quarto urotergo; i loro scleriti, parzialmente fusi tra loro e notevolmente modificati costituiscono l'aculeo e la sua armatura di sostegno.

*Sesto urite*: è costituito da scleriti formanti un arco dorso-laterale di sostegno sul quale prende appoggio l'apparato del pungiglione, il primo paio di valviferi e il primo paio di valve. L'*urotergo* è costituito da una stretta lamina tenuamente sclerotizzata, ricurva ad arco, con base decorrente all'interno dell'orlo superiore dell'apertura del vestibolo ano-genitale unita all'orlo mediante una membrana lassa. Le porzioni laterali della lamina si spingono un poco più in basso degli angoli laterali dell'apertura suddetta; l'urotergo presenta il tratto mediano dorsalmente espanso in una lamina subtriangolare eretta sulla quale si inseriscono alcuni muscoli dell'apparato del pungiglione. L'*urosterno* è più complesso dell'urotergo; consta di due scleriti subtriangolari molto sclerotizzati, situati uno per lato all'interno delle porzioni laterali dell'urotergo e saldati al margine basale di questo per l'orlo inferiore del triangolo. Il vertice di

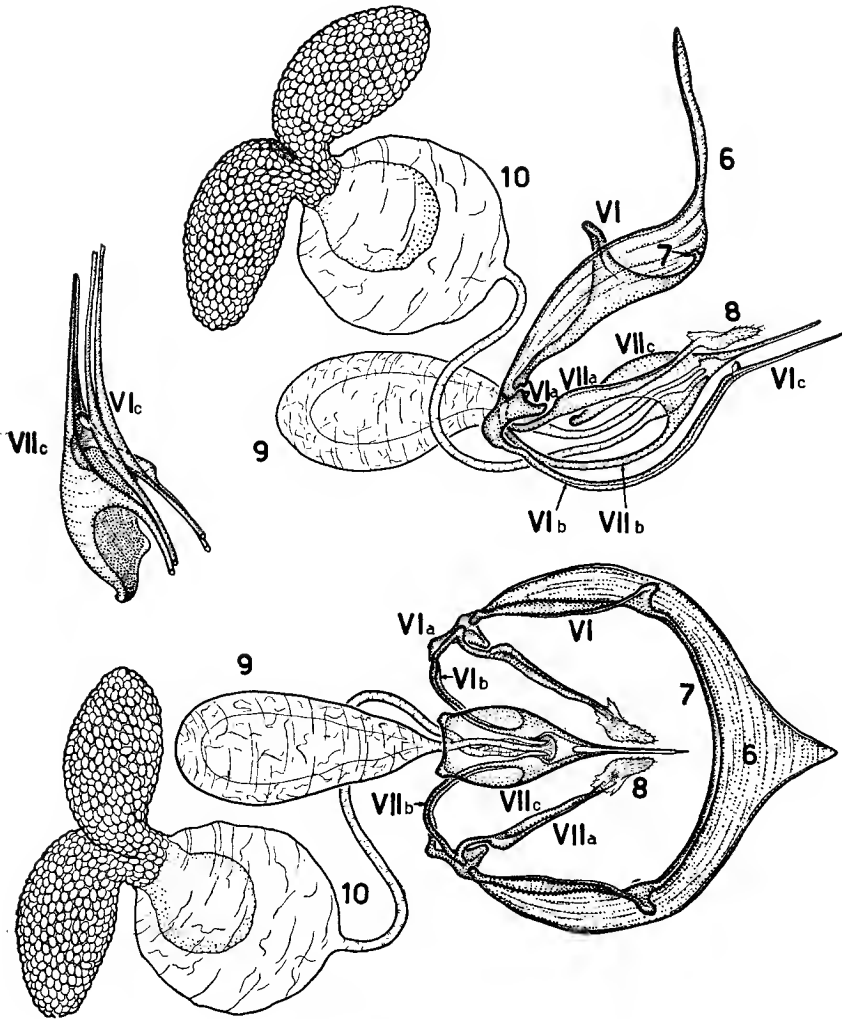


Fig. 7: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

In basso ed in alto a destra: scleriti dell'apparato del pungiglione visti dall'interno e di profilo, con glandola alcalina e glandola acida spostata dalla sua posizione naturale. In alto a sinistra particolare del pungiglione.

6: sesto urotergo; VI: sesto urosterno; VI<sub>a</sub>: primo paio di valviferi; VI<sub>b</sub>: rami ventrali del primo paio di valviferi; VI<sub>c</sub>: primo paio di valve o lancette; 7: settimo urotergo; VII<sub>a</sub>: secondo paio di valviferi; VII<sub>b</sub>: rami ventrali del secondo paio di valviferi; VII<sub>c</sub>: secondo paio di valve formanti il bulbo e lo stiletto del pungiglione; 8: terzo paio di valve; 9: glandola alcalina; 10: glandola acida.

ogni sclerite triangolare si prolunga verso l'alto in una robusta apofisi per l'inserzione di alcuni muscoli del pungiglione; gli angoli di base si prolungano in due banderelle sclerotizzate delle quali la posteriore si salda col settimo urotergo, l'anteriore, più lunga e robusta, si articola con il valvifero del primo paio. Il primo paio di valviferi è costituito da due robusti scleriti grosso modo subtriangolari che presentano all'angolo dorsale posteriore due condili i quali si articolano, l'uno colla banderella anteriore dell'urosterno, l'altro con la base del valvifero del secondo paio;

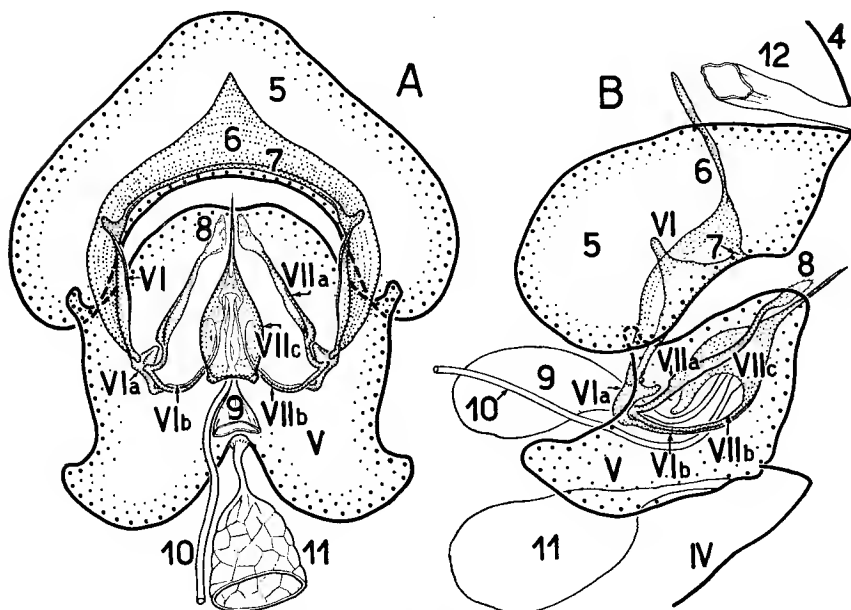


Fig. 8: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaria.

A-B: scleriti dell'apparato del pungiglione nelle loro relazioni topografiche, visti dall'interno del gaster e di profilo.

4: quarto urotergo; IV: quarto urosterno; 5: quinto urotergo; V: quinto urosterno; 6: sesto urotergo; VI: sesto urosterno; VIa: primo paio di valviferi; VIb: rami ventrali del primo paio di valviferi; 7: settimo urotergo; VIIa: secondo paio di valviferi; VIIb: rami ventrali del secondo paio di valviferi; VIIc: secondo paio di valve formanti il bulbo e lo stiletto del pungiglione; 8: terzo paio di valve; 9: glandola alcalina; 10: canaletto deferente della glandola acidica; 11: organo ventrale; 12: porzione terminale del retto.

la zona dell'angolo ventrale di ciascun valvifero, leggermente arcuata, si prolunga posteriormente in un sottile *ramo ventrale* arcuato che termina con la valva del 1° paio, subrettilinea, compressa, assottigliata a lancetta. I rami ventrali destro e sinistro convergono tra di loro in addietro riunendosi in corrispondenza alla base delle due lancette i cui margini inferiori collabiscono e delimitano inferiormente il *dotto del veleno*; questo è ricoperto dorsalmente dalla guaina originatasi dalla fusione del secondo paio di valve (stiletto) entro la doccia della quale è alloggiato il 1° paio di valve.

Ogni valva del 1° paio presenta sul margine dorsale, in prossimità della base, una laminetta sporgente verso il lume della doccia dello stiletto, che ha la funzione di apparato valvolare per il deflusso del veleno.

*Settimo urite*: è costituito da scleriti formanti un sottile urotergo lievemente arcuato, il secondo paio di valviferi ed il secondo e terzo paio di valve. L'*urotergo* si presenta come una sottile banda sclerotizzata, un poco arcuata, aderente al margine inferiore del sesto urotergo e saldata con le sue estremità laterali ai due scleriti del sesto urosterno. L'*urosterno* è composto dal *secondo paio di valviferi*, strette lamine sclerotizzate, allungate e subrettilinee, compresse, che si assottigliano dalla base all'apice. Esse si articolano per mezzo di una fossetta basale con i condili postero-dorsali del primo paio di valviferi e si dirigono in addietro e verso l'alto convergendo dorsalmente alla base del pungiglione; sostengono caudalmente il *terzo paio di valve*, tozze scarsamente sclerotizzate, ricoperte da alcuni corti peluzzi, accostate fra loro per il lato mediano e protese a tetto sullo stiletto del pungiglione. Il secondo valvifero si prolunga, cefalicamente e inferiormente alla fossetta articolare, con un sottile braccio sclerotizzato ricurvo verso l'alto in una robusta apofisi contigua alla parete interna del primo valvifero; da questa apofisi si stacca verso il basso e in addietro un sottile *ramo ventrale* arcuato al quale si tiene strettamente aderente quello del primo valvifero. I rami ventrali del secondo paio di valviferi, convergono posteriormente fra loro fino alla base del 2° paio di valve, senza congiungersi. Le *valve del 2° paio* assai sviluppate, sono fuse dorsalmente per tutta la loro lunghezza e formano un pezzo impari, dilatato nella metà prossimale a bulbo cavo ventralmente (bulbo del pungiglione), nella metà distale assottigliato.

a stiletto che delimita dorsalmente il dotto del veleno; i margini inferiori delle valve del 2° paio, subrettilinei, decorrono affiancati dalla base all'apice del pungiglione senza collabire; essi delimitano la doccia mediana longitudinale nella quale si inseriscono

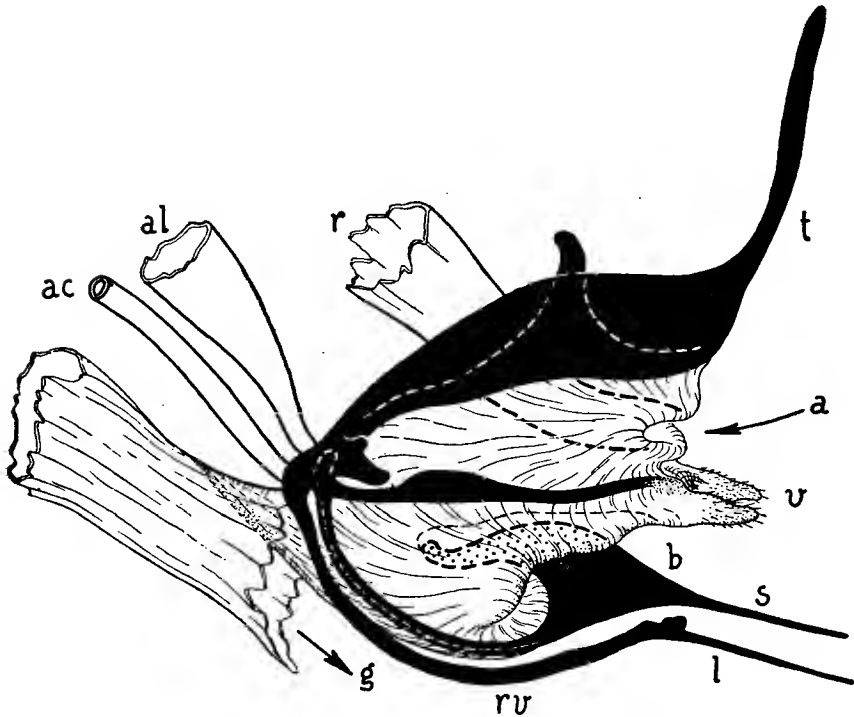


Fig. 9: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

Schema raffigurante gli scleriti dell'apparato del pungiglione e le membrane che si inseriscono su di essi.

a: ano; ac: canale deferente della glandola acidica; al: glandola alcalina; b: bulbo del pungiglione; g: vagina; l: lancette del pungiglione; r: retto; rv: ramo ventrale del valvifero del primo paio; s: stiletto; t: sesto urotergo; v: terzo paio di valve.

e scorrono le valve del 1° paio. Nella cavità del bulbo, attraverso l'ampia apertura basale, penetrano i deferenti delle glandole acidica e alcalina, i quali terminano su di un breve ponte interno sclerotizzato, posto nella zona di transizione tra bulbo e stiletto, all'inizio del dotto del veleno.

## PARTE II - ANATOMIA INTERNA

## Tubo digerente.

(v. fig. 10, 11)

Il tubo digerente è costituito da una porzione stomodeale comprendente la faringe, l'esofago, a forma di tubo variamente dilatato, un voluminoso ingluvie sacciforme o stomaco sociale e il ventriglio; da una porzione mediana o mesentero rigonfia a sacco, compreso tra la valvola cardiaca e quella pilorica; da una ultima porzione proctodeale comprendente il tratto tubulare ripiegato ad anse e l'ampolla rettale.

**Stomodeo:** inizia nella parte anteriore del cranio con l'atrio faringeo e termina posteriormente nel gastro con la valvola cardiaca. La *faringe* è formata da un breve tubo membranoso, depresso, allargato anteriormente e ristretto posteriormente al confine con l'esofago; decorre nella capsula cefalica obliquamente verso l'alto e in addietro, fino in prossimità del tegumento frontale, e continua con l'esofago: presenta due dilatazioni separate tra loro da una strozzatura. La dilatazione anteriore più ampia ed estesa, ha la parete ventrale costituita da una piastra poco sclerotizzata, rafforzata anteriormente e ai lati da robuste banderelle sclerotizzate disposte grosso modo ad U; le due braccia nel tratto posteriore si spostano latero-dorsalmente alla faringe convergendo tra loro poco innanzi agli sbocchi delle glandole faringee posti nella seconda dilatazione della faringe. Sulla piastra e ai margini si inseriscono muscoli addetti ai movimenti della faringe. *Esofago:* nel primo tratto si curva verso il basso con decorso subrettilineo, percorre obliquamente la cavità cranica penetrando nella massa periesofagea e, passando superiormente al ramo trasverso del tentorio, esce dalla capsula cefalica attraverso il foro occipitale. Nel torace l'esofago è poco più largo e decorre lungo una linea mediana leggermente arcuata, appena al di sotto del vaso dorsale; nel peziolo è nuovamente più sottile; nel gastro forma un *ingluvie* dilatato dorsalmente, con pareti molto estensibili, un poco trasparenti; l'ingluvie occupa buona parte dello spazio delimitato dal primo urite del gastro. Sulla parete posteriore dell'ingluvie, di fronte allo sbocco dell'esofago inizia il *ventriglio* con una valvola sclerotizzata a forma di coppa poco profonda, la cui parete anteriore cupoliforme sporge nell'ingluvie;

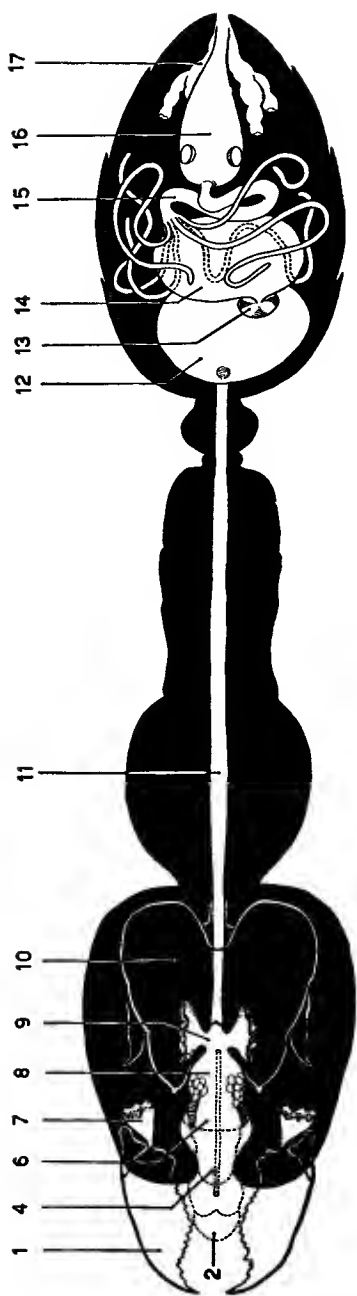


Fig. 10

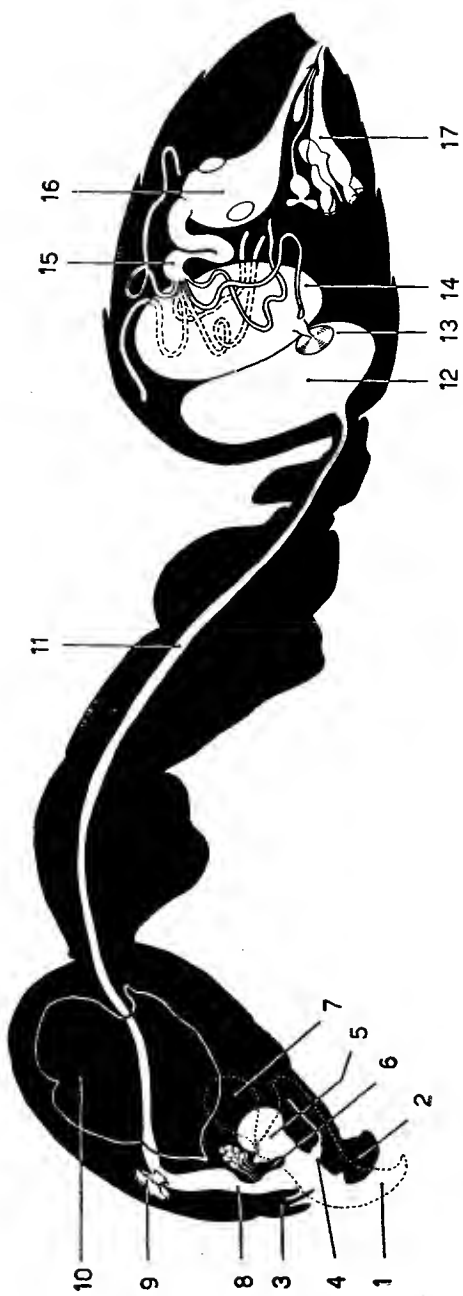


Fig. 11



Fig. 10: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

Schema del tubo digerente visto dal dorso:

1: mandibole; 2: ligula; 4: dotto impari delle ghiandole labiali; 6: laminetta prefaringea con sbocchi delle ghiandole mascellari; 7: serbatoio delle ghiandole mandibolari; 8: faringe; 9: sbocco delle ghiandole faringee; 10: cervello; 11: esofago; 12: ingluvie; 13: valvola del ventriglio; 14: mesentero; 15: parte anteriore del proctodeo con tubi malpighiani; 16: ampolla rettale con ghiandole rettali; 17: ovari.

Fig. 11: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

Schema del tubo digerente visto di profilo:

1: mandibole; 2: ligula; 3: clipeo e labbro superiore; 4: sbocco delle ghiandole labiali; 5: sacco infraboccale; 6: laminetta prefaringea con sbocchi delle ghiandole mascellari nell'atrio faringeo; 7: serbatoio delle ghiandole mandibolari; 8: faringe; 9: sbocco delle ghiandole faringee; 10: cervello; 11: esofago; 12: ingluvie; 13: valvola del ventriglio; 14: mesentero; 15: parte anteriore del proctodeo con tubi malpighiani; 16: ampolla rettale con ghiandole rettali; 17: ovidotto impari con ultimi gangli nervosi fra gli ovari.

luppo degli oociti contenuti. Gli ovarioli iniziano nel primo urite del gastro con sottili *filamenti terminali di sostegno* e attraversano obliquamente e verso il basso il gastro, ai due lati dell'ingluvie e del mesentero; si portano poi ventralmente al retto e fiancheggiano col loro tratto basale più ingrossato gli ultimi gangli della catena nervosa ventrale. Confluiscono infine in due *ovidutti laterali* brevi e tozzi che si riuniscono a loro volta nell'*ovidutto comune* a livello dell'estremità della catena nervosa; i gangli terminali di questa si insinuano tra gli ovidutti laterali e si spingono per breve tratto sulle pareti ventrale e dorsale dell'ovidutto comune.

L'*ovidutto comune* e la *vagina* hanno forma tubulare appiattita, e terminano saldandosi al quinto urosterno e agli scleriti ventrali dell'apparato del pungiglione descritto in un capitolo a parte.

#### Sistema glandolare.

(v. fig. 8, 17, 18, 19, 20)

Il sistema glandolare comprende varie glandole di natura, ufficio e sede diversa. Fra le più importanti segnaliamo le seguenti:

*Glandole cefaliche*: glandole mandibolari; glandole mascellari; glandole labiali; glandole faringee.

*Glandole del torace*: glandole metatoraciche.

*Glandole del gastro*: glandole anali produttrici di veleno contenente iridomirmecina; organo ventrale; glandole rettali; glandola acida; glandola alcalina.

#### *Glandole cefaliche*

(v. fig. 17, 18)

*Glandole mascellari*: sono formate da due gruppi voluminosi e arrotondati di cellule glandolari, prossimi al piano mediano del corpo, situati inferiormente alla faringe e superiormente alla parete dorsale del sacco infraboccale. Ogni gruppo glandolare è costituito da un numero non molto elevato di grosse cellule subtriangolari (10-15), lievemente appiattite, non strettamente avvicinate tra loro; i brevi dotti efferenti delle cellule di ciascun gruppo confluiscono in alcuni deferenti riuniti a fascio; questi penetrano per breve tratto nella cavità delimitata dalla duplica-

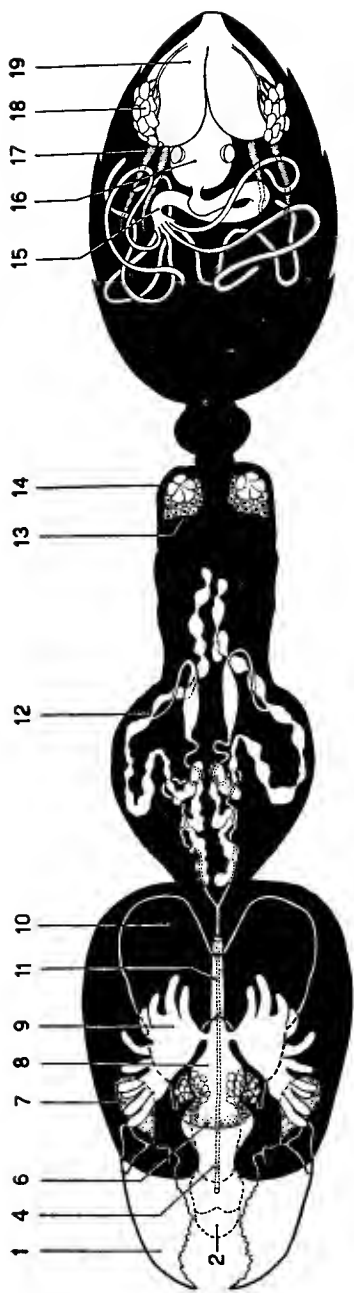


Fig. 17

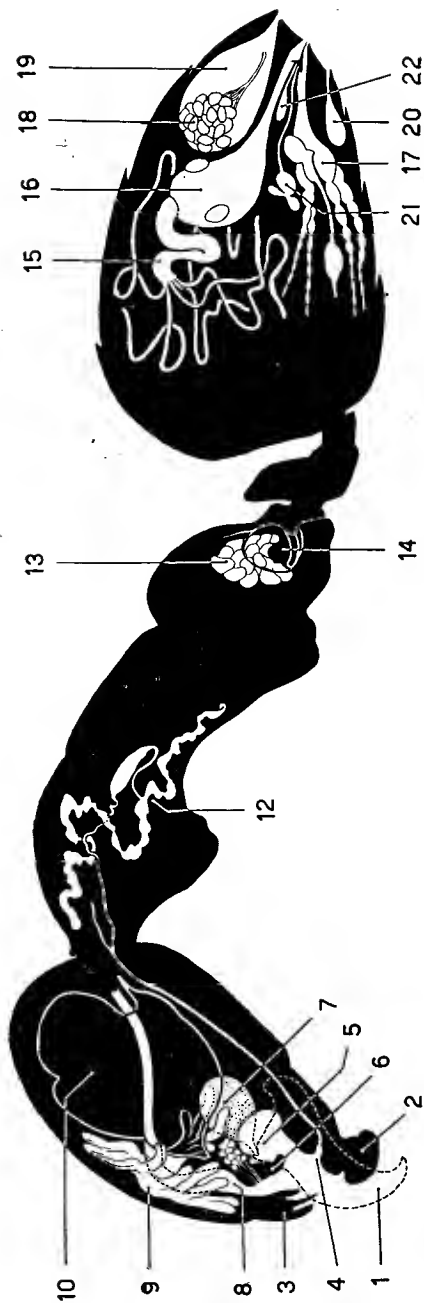


Fig. 18

Fig. 17: *Iridomyrmex humilis* Mayr: operaia.

Schema del sistema glandolare visto dal dorso.

1: mandibole; 2: ligula; 4: dotto impari delle glandole labiali; 6: lamine prefaringee con sbocco delle glandole mascellari nell'atrio faringeo; 7: serbatoio delle glandole mandibolari; 8: faringe; 9: glandole faringee; 10: cervello; 11: esofago; 12: confluenza del ramo posteriore e del ramo anteriore delle glandole labiali con inizio del dotto escretore pari; 13: glandole metatoraciche; 14: camera metatoracica; 15: parte anteriore del proctodeo con tubi malpighiani; 16: ampolla rettale con glandole rettili; 17: ovari; 18: glandole anali; 19: serbatoio delle glandole anali.

Fig. 18: *Iridomyrmex humilis* Mayr: operaia.

Schema del sistema glandolare visto di profilo.

1: mandibole; 2: ligula; 3: clipeo e labbro superiore; 4: sbocco delle glandole labiali; 5: sacco infraboccale; 6: lamine prefaringee con sbocco delle glandole mascellari nell'atrio faringeo; 7: serbatoio delle glandole mandibolari; 8: faringe; 9: glandole faringee; 10: cervello; 12: confluenza del ramo posteriore e del ramo anteriore delle glandole labiali con inizio del dotto escretore pari; 13: glandole metatoraciche; 14: camera metatoracica; 15: parte anteriore del proctodeo con tubi malpighiani; 16: ampolla rettale con glandole rettili; 17: ovari con ultimi gangli nervosi; 18: glandole anali; 19: serbatoio delle glandole anali; 20: organo ventrale; 21: glandola acida; 22: glandola alcalina.

tura membranosa della laminetta prefaringeale e sfociano in un'area cribrosa posta nel tratto dorsale dei suoi margini laterali.

*Glandole mandibolari*: sono costituite da due gruppi simmetrici di piccole cellule poligonali, contigue, accollate esternamente alle pareti interne dei due serbatoi piriformi nei quali sfociano per mezzo di dotti efferenti riuniti a fascio. I due serbatoi, la cui parete esterna è contigua alla parete interna del tegumento delle guance, sono situati, uno per lato, un poco anteriormente e inferiormente agli occhi; sono membranosi, un poco più piccoli degli occhi composti, leggermente compressi e piriformi; la porzione assottigliata anteriore continua con un breve dotto deferente che sbocca nel tratto laterale del margine basale superiore della mandibola.

*Glandole labiali*: constano di due parti cellulari secernenti tubolari, ripiegate in alcune anse simmetricamente nelle zone laterali del pro e mesotorace. Sono fornite di due dotti deferenti confluenti in prossimità del foro occipitale in un unico dotto mediano che sbocca nella prefaringe all'inizio della doccia labiale.

La porzione secernente di ciascun lato, lunga più del torace, epinoto e peziolo presi assieme, è costituita da due rami tubulari (anteriore e posteriore), che confluiscono in un dotto deferente; il ramo anteriore inizia nella parte anteriore del protorace, decorre caudalmente per un buon tratto in posizione mediana dorsale, ripiega poi in avanti, in basso e lateralmente, si curva nuovamente in addietro e costeggiando i margini laterali del protorace si unisce, al confine tra pro e mesotorace, col ramo posteriore che proviene, con decorso tortuoso ventrale, dalla metà circa del mesotorace. Ogni tratto tubulare presenta frequenti strozzature ed è costituito da grosse cellule subsferoidali secernenti, disposte attorno ad un esile canaletto collettore interno, visibile per trasparenza lungo tutto il tubulo. I canaletti collettori interni dei due tratti tubulari secernenti confluiscono nel canaletto deferente; questo dalla zona di confine pro-mesotoracica si dirige dapprima in addietro per breve tratto, ripiega poi all'interno e in avanti rigonfiandosi in un piccolo serbatoio fusiforme e prosegue cefalicamente con decorso molto sinuoso mantenendosi nella zona mediana del protorace, ventralmente al ramo secernente anteriore. All'altezza del foro occipitale i dotti deferenti dei due lati con-

vergono in un unico dotto mediano che si insinua tra i due connettivi longitudinali della catena nervosa, entra nella cavità cranica passando inferiormente al ponte trasverso del tentorio e mantenendosi ventralmente al gnatocerebro sfocia in una fossetta nella parete dorsale del labium, all'inizio della doccia labiale.

*Glandole faringee*: sono costituite da due ampie sacche appiattite e ramificate, estese nel cranio ai due lati del tubo digerente al di sopra dei lobi olfattivi del cervello. Ogni sacca è formata da una porzione centrale subovale lievemente rigonfia, sfociante medialmente nella faringe per mezzo di un corto canale. Dai margini laterali e posteriori della sacca divergono a raggera una decina di tubi ciechi a dita di guanto, lievemente appiattiti, che si insinuano orizzontalmente tra cervello e parete frontale del cranio; un lobo stretto e allungato si origina dal margine interno della sacca, anteriormente al canale di sbocco nel tubo digerente, si dirige verso il basso verticalmente passando in prossimità della superficie interna del lobo olfattivo e termina nella zona ventrale del cranio con quattro lunghi tubi a dita di guanto. Le pareti delle ghiandole sono costituite da un tessuto di piccole cellule poligonali, piatte.

#### *Glandole toraciche*

(v. fig. 17, 18)

*Glandole metatoraciche*: sono costituite da due gruppi cellulari secernenti simmetrici situati all'altezza di metatorace-epinoto; i dotti efferenti di ciascun gruppo sfociano in una camera subellittica costituita dalla invaginazione del tegumento nella porzione laterale inferiore del metatorace, formante una concamerazione che comunica con l'esterno mediante un orifizio falciiforme. La porzione secernente è composta da numerose grosse cellule, raggruppate in prossimità della concamerazione; esse sono fornite di dotti deferenti riuniti a fascio che sboccano dorsalmente nella concamerazione attraverso un'area cribrosa. Le pareti della invaginazione tegumentale formanti la camera presentano numerosi piccoli rilievi conici sparsi, all'apice dei quali si inseriscono lunghe setole che attraversano la concamerazione convergendo verso il basso in direzione dell'orifizio falciiforme; le setole convogliano all'esterno i secreti delle glandole metatoraciche.

*Glandole del gastro*  
(v. fig. 8, 17, 18, 19, 20)

*Glandole anali* <sup>(1)</sup>: sono costituite da due gruppi cellulari secernenti, simmetrici, il cui secreto viene raccolto in un ampio serbatoio bilobo che sbocca con dotto unico fra il 4° e 5° urotergo.

Il secreto delle glandole anali contiene come principio attivo insetticida l'iridomirmecina.

La porzione secernente di ciascun gruppo glandolare è composta di 15-30 grosse cellule ravvicinate, subovali, addossate

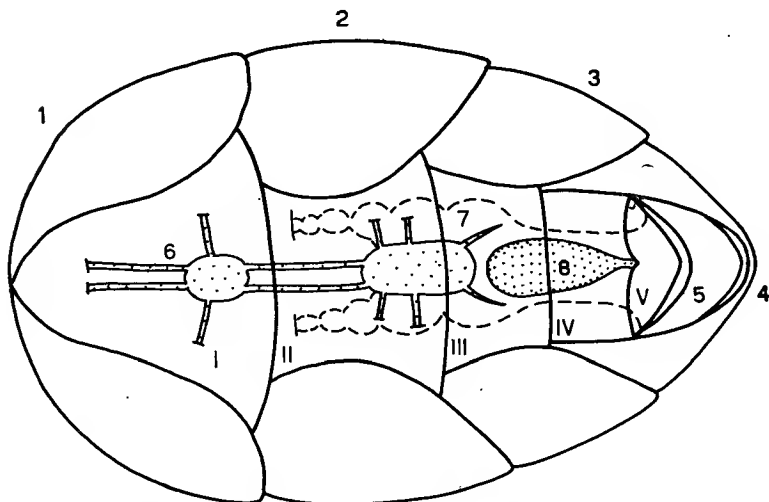


Fig. 19: *Iridomyrmex humilis* Mayr, operaia.

Schema del gastro visto ventralmente con parte degli organi gastrali visti per trasparenza. 6: apparato nervoso. 7: ovari. 8: organo ventrale. (da PAVAN [14 bis]).

latero-dorsalmente alla porzione cefalica del serbatoio. Ogni cellula è fornita di un sottile canaletto efferente; questi, confluyendo in dotti sempre maggiori originano un lungo tubo deferente unico per ciascuno dei due grappoli di cellule, che, dopo un decorso laterale esterno al serbatoio, sfocia alla base di questo in posi-

<sup>(1)</sup> Si mantiene la tradizionale terminologia di glandole anali nonostante sia stato dimostrato che esse non hanno relazione topografica con l'ano (PAVAN, [35, 14 bis]).

zione latero-dorsale. Il serbatoio collettore bilobo si estende dorsalmente al retto, dalla metà del terzo urite gastrale all'apice del gastro.

*Organo ventrale*: mediano, aderente alla superficie interna del 4° urosterno, sottostante all'ovidutto impari, è costituito da un piccolo serbatoio piriforme lungo circa come il 4° urosterno,

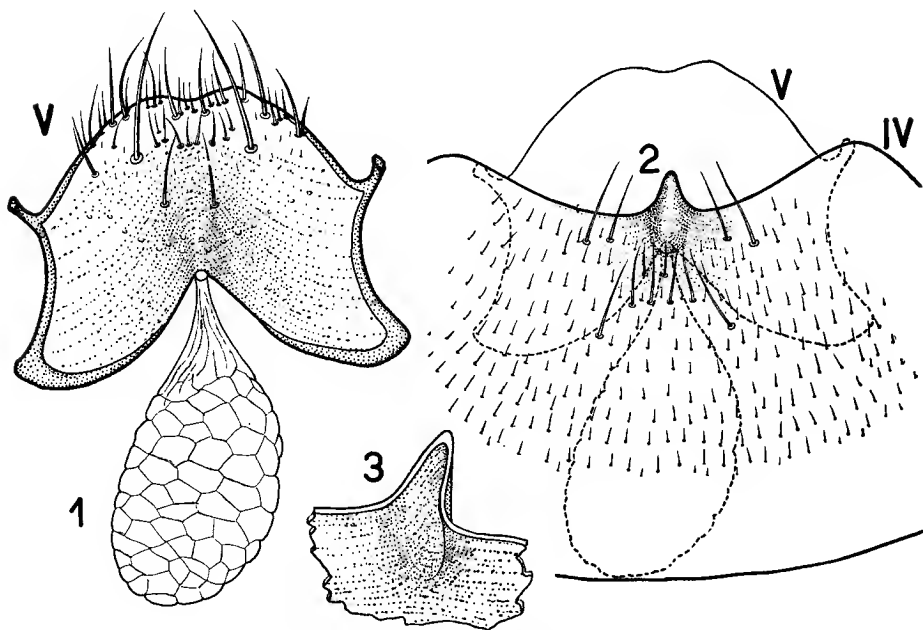


Fig. 20: *Iridomyrmex humilis* Mayr, operaia;

Parti trattate con soda caustica. 1: organo ventrale. 2: punta careni-forme del IV urosterno gastrale, corrispondente allo sbocco del dotto dell'organo. 3: la stessa vista dalla parte interna. IV e V: quarto e quinto urosterno gastrale (da PAVAN [14 bis]).

assottigliato posteriormente in un breve dotto che sbocca all'apice della insenatura a V del margine cefalico del 5° urosterno. Le pareti del serbatoio sono membranose, suddivise in piccole aree penta-esagonali con lati rilevati verso l'interno del serbatoio. Esternamente la parete del serbatoio è ricoperta da cellule monostratificate appiattite. In corrispondenza dello sbocco dell'organo, la zona mediana del margine posteriore del 4° urosterno presenta



una carena sporgente esternamente sul tegumento a forma di becco longitudinale con punta rivolta caudalmente.

Il serbatoio è rivestito di un sottile velo di cellule monostratificate rappresentanti la parte secernente. Generalmente il serbatoio è vuoto, raramente contiene un secreto oleoso di natura non nota.

Per una descrizione e discussione sull'organo ventrale vedasi la nota di PAVAN [14 bis].

*Glandole rettali*: sono rappresentate da 3 raggruppamenti ellissoidali di cellule posti sulle pareti del retto nella regione più dilatata. Le tre glandole sporgono lievemente all'esterno della parete, mentre sporgono maggiormente nel lume del retto.

#### *Glandole dell'apparato velenifero*

Sono costituite dalle due glandole acida ed alcalina, munite di dotti deferenti che sboccano nel bulbo del pungiglione alla estremità prossimale del dotto del veleno.

*Glandola acida*: consta di una porzione cellulare secernente divisa in due lobi ovoidali appiattiti, subeguali, distalmente liberi, aderenti con una porzione comune al serbatoio nella sua regione cefalica. Quivi la massa glandolare penetra nel serbatoio terminando con un notevole rigonfiamento globoso sospeso nel lume del serbatoio stesso; questo è sferoidale, in posizione ventrale rispetto al retto, dorsale rispetto all'ovidutto impari e all'ultimo ganglio della catena nervosa, laterale rispetto alla porzione terminale della glandola alcalina. Il serbatoio è munito di un sottile lungo canaletto deferente, sinuoso, che si inserisce all'estremità prossimale del dotto del veleno nel quale defluisce il secreto. Nel serbatoio si nota generalmente la presenza di secreto.

*Glandola alcalina*: ha forma più semplice della precedente; si presenta come un organo piriforme un poco più piccolo dell'organo ventrale, costituito da un serbatoio membranoso, con pareti rivestite esternamente da uno spesso strato di cellule secernenti; è compreso tra la porzione assottigliata del retto e l'ovidutto impari e si assottiglia caudalmente terminando con un dotto che si inserisce alla base del dotto del veleno in cui defluisce il secreto. Il serbatoio è generalmente ripieno di secreto.

L'apparato del pungiglione è descritto nella Parte I, pag. 402.

## PARTE III - L'IRIDOMIRMECINA

## Introduzione.

Il punto di partenza delle ricerche che hanno condotto alla scoperta della iridomirmecina è consistito nel fatto che tenendo in allevamento sperimentale larve di insetti lignivori entro vasi di vetro pieni di segatura imbevuta di acqua, fu osservato (Pavan [25]) che quando queste larve erano vive, nella segatura non si sviluppavano muffe e quando gli insetti morivano muffe e batteri avevano rapidamente il sopravvento nell'ambiente. Questa osservazione occasionale ha suggerito l'ipotesi che gli insetti emettessero sostanze capaci di ostacolare lo sviluppo dei microorganismi vegetali per mantenere il loro ambiente vitale abitabile. Come diretta conseguenza è quindi stato formulato il problema più vasto della ricerca di una eventuale attività antibatterica di secrezioni animali, ma soprattutto di Artropodi, programma che ha avuto notevoli sviluppi di ricerche personali (v. bibliografia) le quali hanno stimolato analoghe ricerche anche in altri paesi.

Inquadrandolo in tale programma i fatti biologici già noti, risultava evidente a priori che appositi estratti di corpi di specie di *Formicidae* produttori di acido formico dovessero manifestare attività antibatterica a causa della presenza di questa sostanza. Infatti una rapida ricerca ha dato dimostrazione positiva comprovata dal fatto che eliminando dagli estratti grezzi l'acido formico, l'attività scompariva, come pure scompariva l'attività insetticida propria del veleno di tali specie di *Formicidae* (Pavan-Nascimbene [21, 26, 27]). Con questa constatazione l'argomento si chiudeva essendo note le proprietà antibatteriche e insetticide dell'acido formico, ma ne derivava un problema biologico più vasto e cioè se le formiche che non producono acido formico producessero eventualmente qualche sostanza funzionalmente vicariante. Esaminate le possibilità offerte dalla fauna italiana per il rifornimento di specie non produttrici di acido formico, fu scelto come oggetto di queste indagini il gruppo dei *Dolichoderinae* che notoriamente ne è privo, e in particolare la specie *Iridomyrmex humilis* Mayr che poteva prestarsi molto bene in quanto diffusa e abbondante in varie regioni del territorio italiano.

Raccolto un grande numero di operaie, preparati alcuni

estratti grezzi e controllata l'assenza di acido formico, con la collaborazione batteriologica del prof. A. Nascimbene è stata messa in evidenza una certa attività antibatterica verso numerose specie di batteri. Avute queste prime indicazioni e raggiunte le prove sulla differenziazione del principio attivo rispetto agli altri prodotti antibatterici di origine animale già noti, si decise di denominarlo *iridomirmecina* (Pavan e Nascimbene [19]). Si prospettò quindi il problema di indagarne la natura al fine di isolarlo dagli estratti grezzi totali e di studiarne i possibili aspetti biologici.

Usando il test antibatterico come mezzo di evidenziazione del fattore attivo, nel 1948 Pavan ha ottenuto la *iridomirmecina* allo stato puro. In una parte avanzata di queste ricerche è subentrata la verifica delle proprietà insetticide degli estratti grezzi e del prodotto puro (Pavan), ciò che ha favorito la prosecuzione e gli sviluppi delle indagini e il raggiungimento di buona parte dei risultati in esse ottenuti.

Il complesso di queste ricerche, la cui natura richiedeva una impostazione vasta e larghe possibilità di lavoro e di collaborazione è stato fin dagli inizi favorevolmente condizionato dai mezzi di lavoro che sono stati signorilmente messi a disposizione di uno di noi dalla Soc. Farmitalia e dalla Soc. Montecatini, e dalla collaborazione degli studiosi citati nei vari capitoli: a tutti si porge il più vivo ringraziamento.

#### Procedimenti estrattivi della *iridomirmecina*.

Partendo dalle prime constatazioni di una attività antibatterica di estratti grezzi (Pavan e Nascimbene [19]) è stata successivamente sviluppata la ricerca intesa a concentrare e isolare il principio attivo. Questa ricerca è passata attraverso le numerose indagini intese a conoscere le caratteristiche fisiche e chimiche del prodotto antibatterico (Pavan e Nascimbene [25, 28]) contenuto negli estratti grezzi. Non si riportano i dati relativi a tutte queste prove eseguite sugli estratti grezzi in quanto sono da considerare soltanto come tappe di lavoro che hanno perduto l'importanza dal momento che il principio attivo è stato poi ottenuto allo stato puro.

I procedimenti estrattivi seguiti per ottenere la *iridomirmecina* sono stati descritti in Pavan [42] e da tale nota riproduciamo la parte essenziale. Essi si basano sull'estrazione con sol-

venti, concentrazione, sublimazione. In pratica l'uso dell'etere etilico è stato il più confacente.

Il residuo oleoso ottenuto dalla distillazione dell'estratto eterico a freddo rappresenta poco più del 3 % del peso dei corpi freschi. Con maciullatura dei corpi freschi e loro esaurimento, successiva pressatura e separazione della frazione etere-solubile e nuovo esaurimento eterico dei corpi, il residuo oleoso rappresenta il 5,6 % del peso del materiale fresco, mentre la frazione acquosa delipidizzata rappresenta almeno il 40 % del peso iniziale. In questo ultimo caso su vari chilogrammi di operaie (20 milioni di individui) l'iridomirmecina ottenuta rappresenta l'1 % del peso dei corpi freschi e il 18 % circa del peso del residuo oleoso della estrazione eterica: ogni operaia di *Iridomyrmex humilis* Mayr del peso medio di mg 3,5 circa, dava gamma 3,453 di iridomirmecina.

I procedimenti estrattivi con i quali si può ottenere la sostanza pura possono seguire diverse vie: si riportano qui solo i due metodi più semplici, essendo possibili anche molteplici variazioni e metodi diversi da quelli qui descritti.

1) I corpi delle operaie fresche uccise con vapori di etere o cloroformio all'atto della cattura, vengono messi direttamente in etere etilico puro nel quale possono soggiornare per un tempo indeterminato senza alterazioni qualitative e quantitative del principio attivo. Il primo estratto eterico viene separato ed esso contiene una frazione del principio attivo. I corpi privati del solvente vengono maciullati con sabbia di quarzo o in frullatore. La poltiglia che si ottiene viene poi nuovamente esaurita a freddo con etere etilico finché il solvente risulta privo di principio attivo.

Queste operazioni estrattive possono essere eseguite anche con gli estrattori di Soxhlet.

Riunite le varie frazioni eteriche si allontana il solvente per distillazione graduale fino a 60°C e si ottiene così un residuo oleoso bruno, fluido. Questo viene lasciato lungamente a riposo con ampia superficie a contatto dell'aria ottenendo in tal modo il completo allontanamento dell'etere residuo. Quando il residuo oleoso bruno non emana più odore di etere ma solo odore di materia grassa, viene portato in sublimatore a pressione normale, temperatura di 50-60°. La frazione di testa generalmente contiene sostanze inquinanti, liquidi acquosi o prodotti dall'odore acre e

l'iridomirmecina sublima lentamente. Tale frazione deve essere separata per subire la purificazione in presenza di depuratori come verrà detto in seguito. L'operazione di sublimazione può essere attivata mediante aumento della temperatura fino a 100°C, o con la depressione mediante pompa ad acqua.



Fig. 21: cristalli d'iridomirmecina impura ottenuti per cristallizzazione spontanea nel residuo oleoso dell'estratto etero (da PAVAN [29]).

II) Il residuo oleoso dopo il completo allontanamento dell'etere etilico e per prolungato riposo in ambiente fresco e con un'ampia superficie a contatto dell'aria, ha la tendenza a depositare una cospicua parte della iridomirmecina in forma di cristalli, dapprima piccolissimi e sparsi nella massa del liquido, indi sempre più numerosi e grossi a formare una massa che si deposita sulle pareti e sul fondo del contenitore. Questa frazione di iridomirmecina che cristallizza spontaneamente è altamente impura e deve essere separata dalla matrice e passata al sublimatore; in questo modo si avrà una frazione molto più purificata. Infine se necessario si otterrà una frazione assolutamente

pura per bisublimazione in presenza di depuratore come è detto in seguito. La matrice contiene ancora una parte di iridomirmecina disciolta nel residuo oleoso che verrà sottoposto all'operazione di sublimazione descritta in I).



Fig. 22: cristalli d'iridomirmecina purissima (da PAVAN [43]).

Talora dalla sublimazione si ottiene in parte un prodotto ancora impuro, anche con odore di sostanza acre o di sostanza grassa. Per purificare completamente il prodotto si mescola la frazione cristallina ottenuta con piccoli quantitativi di carbone animale polverizzando il tutto finemente. La miscela viene poi posta a sublimare; il carbone trattiene le impurità lasciando sublimare soltanto il principio attivo che si raccoglie purissimo. La sublimazione dalla miscela di carbone e iridomirmecina impura deve avvenire piuttosto lentamente, per impedire il passaggio delle impurità assorbite dal carbone.

#### *Controllo della completa estrazione.*

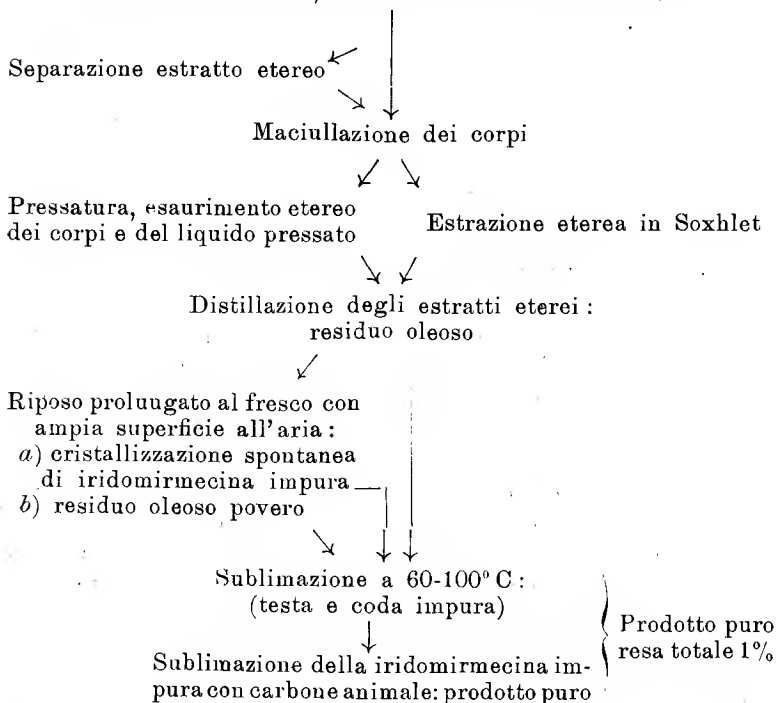
La verifica della completa sublimazione può essere fatta in due modi: 1) con le prove biologiche dell'attività insetticida e dell'attività antibatterica del residuo oleoso, oppure: 2) con la

prova della sublimazione a riscaldamento rapido di poco residuo oleoso in provetta direttamente esposta alla fiamma.

In caso che nel residuo oleoso si trovi ancora iridomirmecina, con le prove biologiche di cui in 1) si metterà in evidenza un'attività tossica per contatto sugli insetti o un alone di inibizione nelle colture batteriche in agar-germi; con la prova 2) mediante riscaldamento in provetta alla fiamma si ottengono vapori che si condensano in goccioline incolori sulle pareti fredde della parte alta della provetta e in seguito per riposo prolungato e stimolazione al tocco danno un velo di cristallizzazione o cristalli isolati di iridomirmecina. In tali casi si dovrà continuare la sublimazione finchè queste prove saranno negative.

Una schematizzazione dei procedimenti estrattivi descritti può essere così rappresentata:

*Iridomyrmex humilis* Mayr, operaie (Formica argentina)  
Raccolta in natura, conservazione in etere etilico



L'impiego di questi procedimenti di estrazione e purificazione applicati ai corpi di Formica argentina raccolti con sistemi di cattura appositamente studiati e messi a punto, ha permesso

a Pavan di produrre centinaia di grammi di iridomirmecina, cioè tutto il prodotto impiegato nei vari campi di lavoro segnalati per le ricerche farmacologiche, biologiche, chimiche e fisiche.

Naturalmente sono possibili varianti dei procedimenti qui descritti o altri procedimenti del tutto diversi, ma si è ritenuto opportuno limitare la descrizione a quelli di più facile e semplice esecuzione.

#### Ricerca della iridomirmecina in altri Formicidae.

Fin dall'inizio della conoscenza della iridomirmecina le ricerche di questa sostanza sono state estese ad altre specie di *Formicidae* appartenenti sia ai *Dolichoderinae* (famiglia cui appartiene la *Iridomyrmex humilis* Mayr) sia ad altre famiglie. Tali ricerche hanno messo in evidenza la presenza di attività insetticide ed antibatteriche in estratti preparati con varie specie ma in ogni caso è stata dimostrata l'assenza della iridomirmecina.

Le specie studiate e i risultati conseguiti sono i seguenti (Nascimbene e Pavan [20, 21, 26], Pavan e Nascimbene [22, 27], Pavan [34, 36]):

Specie di Formicidae studiate	Attività antibat- terica	Attività inset- ticida	Fattore attivo dovuto a		
			iridomir- mecina	acido formico	altre sostanze
MYRMICINAE					
<i>Crematogaster scutellaris</i> Oliv.	0	0	0	0	0
FORMICINAE					
<i>Formica rufa pratensis</i> Retz.	+	+	0	+	0
<i>Dendrolasius fuliginosus</i> Latr.	+	+	0	+	+
<i>Lasius bicornis affinis</i> Sch.	+	+	0	+	+
<i>Lasius niger</i> Latr.	+	+	0	+	0
<i>L. alienus</i> Foerst.	+	+	0	+	0
<i>L. niger</i> x <i>alienus</i>	+	+	0	+	0
DOLICHODERINAE					
<i>Iridomyrmex humilis</i> Mayr	+	+	+	0	0
<i>Lionetopum microcephalum</i> Panz.	+	+	0	0	+
<i>Tapinoma nigerrimum</i> Nyl.	+	+	0	0	+



Questi dati dimostrano che le attività biologiche dei vari estratti di specie diverse sono dovute in qualche caso all'acido formico, in altri casi all'acido formico e ad altre sostanze non definite presenti contemporaneamente nell'organismo, in altri casi sono dovute solo a sostanze sconosciute. In ogni caso, all'infuori di *Iridomyrmex humilis* Mayr, la ricerca della presenza di iridomirmecina è stata negativa.

#### Ricerche chimiche sulla iridomirmecina.

I lavori condotti per la differenziazione della iridomirmecina allo stato grezzo portarono alla dimostrazione che il prodotto non era identificabile con le principali sostanze di origine entomologica, e anche più in generale di origine animale, chimicamente già note. Ciò ha indotto a persistere nel lavoro di purificazione e infine, ottenuta da Pavan la iridomirmecina allo stato puro cristallino, sono state avviate le ricerche chimiche e fisiche atte a caratterizzarla. Le prime indagini hanno portato alla conoscenza delle fondamentali caratteristiche organolettiche, punto di fusione, peso molecolare, composizione centesimale, comportamento agli agenti ambientali e sperimentali. Riportiamo tali dati da Pavan [36, 37] integrandoli con alcuni altri dati ottenuti nella stessa serie di ricerche.

**Solubilità:** solubile in alcool etilico, alcool metilico, benzolo, etere di petrolio, etere etilico, etere acetico, cloroformio, solfuro di carbonio, tetracloruro di carbonio, acetone, ecc. Scarsamente solubile in  $H_2O$  (2°/100). Solubile in acido solforico concentrato. Insolubile in soluzioni diluite di acidi e in soluzioni acquose di carbonati. Scarsamente solubile in soluzioni acquose di alcali caustici.

**Punto di fusione:** 60-61°C (trovato con apparato per micro-determinazione di Köfler). **Sublimazione** lenta a temperatura ambiente, più rapida al calore e depressione. Volatile in corrente di vapore.

**Colore:** cristalli incolori. **Odore:** leggermente aromatico. **Sapore:** leggermente salino amarognolo.

**Peso molecolare:** 168,2 (trovato col metodo crioscopico in benzolo).

**Composizione centesimale:**  $C_{10}H_{16}O_2$ .

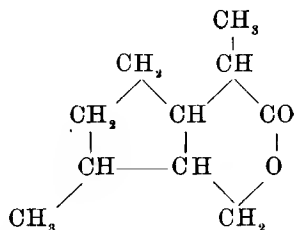
**Resistenza alle condizioni ambientali:** invariata per anni senza limitazione (finora il lotto prodotto nel 1948 rimane inva-

riato sotto ogni aspetto). In soluzione eterea ed alcoolica: praticamente invariato senza limiti di tempo. *Potere rotatorio*  $[\alpha]_D^{20} = 210^\circ$  ( $c = 4$  alcool etilico); *indice di rifrazione*  $n_D^{650} = 1,4607$ . Trasformabile con alcoolati alcalini in un prodotto isomero con proprietà insetticide, avente le seguenti caratteristiche: punto di fusione  $55^\circ \text{C}$ , *potere rotatorio*  $[\alpha]_D^{20} = -52,5^\circ$  ( $c = 4$  alcool etilico).

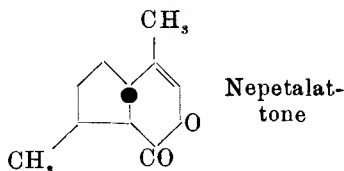
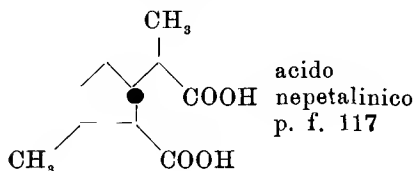
Dopo la pubblicazione di questi dati, il prodotto è stato affidato per le indagini strutturali ai professori: R. Fusco, R. Trave ed A. Vercellone che hanno studiato l'argomento anche con la collaborazione dei Dott. G. M. Bertulli, F. Bizzioli, D. Cattapan, R. Sanniccolò, F. Canal.

Con la pubblicazione di una prima serie di dati, Fusco, Trave e Vercellone ([41]) resero noti i risultati parziali dello studio strutturalistico della iridomirmecina, dati che sono poi stati confermati dalle ulteriori indagini pubblicate dagli stessi Autori ([45<sup>bis</sup>]); in questa ultima nota la struttura della iridomirmecina è completamente chiarita risultando essere il

*lattone dell'acido  $\alpha$  [2-ossimetil-3-metil-ciclopentil] propionico*

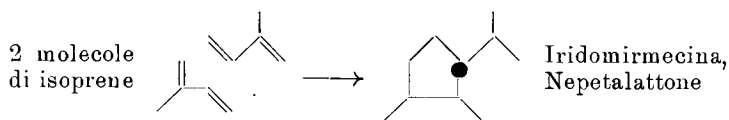


La conclusione di questa ricerca è stata facilitata dalla scoperta che l'acido bicarbossilico ottenuto per ossidazione dell'iridomirmecina è identico ad uno degli acidi nepetalinici isomeri descritti recentissimamente da McElvain ed Eisenbraun 1955, (sec. Fusco e Coll. [45<sup>bis</sup>]) e ottenuti per trasformazioni operate su un altro prodotto naturale, di origine vegetale, il nepetalattone



contenuto nell'olio essenziale di *Nepeta cataria* L. (olio di catnip), pianta aromatica della fam. *Labiatae*, diffusa in Europa, Asia occidentale e centrale, America boreale, Africa meridionale.

Noi possiamo ripetere con Fusco, Trave e Vercellone [45<sup>bis</sup>] che « la constatazione che due prodotti naturali, l'uno di origine animale, l'Iridomirmecina, e l'altro di origine vegetale, il Nepetalattone presentino non soltanto analogie strutturali tanto strette ma perfino identica configurazione dei centri di asimmetria fa subito pensare ad una stretta parentela nei meccanismi di biosintesi, a cui non può essere estranea la circostanza che in un caso come nell'altro ci troviamo di fronte a prodotti geneticamente riconducibili a due molecole di isoprene collegate « testa e coda ».



Basandoci sui dati di estremo interesse resi noti da Fusco, Trave e Vercellone e su altri dati nel frattempo trovati in ricerche inedite condotte da Pavan e da Trave su materiale di differente origine entomologica e sulle cognizioni biologiche e fisiologiche acquisite sulla *Iridomyrmex humilis* Mayr, sarà possibile procedere nello studio biologico di molte questioni collegate con l'attuale argomento.

Collateralmente a queste indagini si sono sviluppate altre ricerche rivolte ad ottenere nuovi prodotti biologicamente attivi per la sintesi dei quali sono state sfruttate le cognizioni strutturalistiche fornite dallo studio della iridomirmecina. Su tale serie di ricerche, alle quali abbiamo partecipato per la parte di competenza biologica, non è il caso di soffermarsi trattandosi di sviluppi collaterali al tema fondamentale di questa nota.

#### Contenuto di iridomirmecina in operaie di *Iridomyrmex humilis* Mayr e suo significato in natura.

##### *Sullo stato e quantità della iridomirmecina in vivo.*

Riportiamo da Pavan ([35, 43]) i dati relativi a questi argomenti.

Il veleno grezzo contenuto nel serbatoio delle ghiandole anali *in vivo* è costituito da una emulsione di goccioline lipidiche in

veicolo di natura acquosa. Le goccioline lipidiche contengono in soluzione la iridomirmecina.

La giovane operaia neosfarfallata, ancora non o poco pigmentata, ha il serbatoio vuoto o con scarsissima quantità di veleno. Durante il periodo in cui si sviluppa la pigmentazione corporea l'operaia rimane confinata nel nido e viene nutrita col rigurgito delle operaie bottinatrici. Intanto la funzione secretoria del veleno viene attivata e quando l'operaia è in grado di affrontare la vita fuori del nido il serbatoio porta una carica normale di veleno attivo che può essere subito impiegato e poi rinnovato.

Il dato quantitativo del principio attivo presente nel serbatoio di una operaia è stato ottenuto esauendo con etere etilico un lotto di 20.000.000 di operaie fin che i corpi residui risultavano privi della iridomirmecina. Separando il prodotto attivo dall'estratto totale fin che il residuo rimaneva privo di qualsiasi attività antibatterica e insetticida, il quantitativo medio di iridomirmecina presente in ogni operaia nella stagione estiva, risultò gamma 3,453, cioè un centesimo circa del peso corporeo di operaia con gastro non rigonfio di cibo. In altri dosaggi su minori quantitativi di materiale raccolto con lo stesso metodo in località e periodi diversi, la quantità di iridomirmecina risultò inferiore, variabile da gamma 2,930 a gamma 3,310 per ogni operaia.

#### *Significato della iridomirmecina in natura.*

I risultati delle indagini sul significato della iridomirmecina in natura sono stati esposti in Pavan [35, 37]. Queste ricerche hanno fornito dati sufficientemente probativi per poter dire che la iridomirmecina è un prodotto di offesa e di difesa impiegato da *Iridomyrmex humilis* Mayr contro altri insetti.

Un complesso di fatti starebbe a testimoniare questa interpretazione: la iridomirmecina non è presente nel corpo del ♂ e nella testa e torace di ♀ e ♀ di *Iridomyrmex humilis* Mayr i cui estratti grezzi sono privi di attività antibatterica e insetticida. Essa risultò presente invece negli estratti grezzi di addome di ♀ e di ♀, i quali manifestano attività antibatterica e insetticida. Ciò dimostrò che la sostanza non era presente nella emolinfa e indirizzò le ricerche verso un organo produttore precipuamente femminile.

L'origine della sostanza responsabile delle attività biologiche degli estratti grezzi di addome di ♀ e ♀, è stata trovata pre-

levando sperimentalmente da  $\bar{\varphi} \bar{\varphi}$  viventi il contenuto del serbatoio in cui si raccoglie il secreto delle cosiddette glandole anali: questo, applicato sul corpo di  $\bar{\varphi}$  *Formica rufa rufo-pratensis* For. ha provocato sintomi di grave sofferenza conseguente ad avvelenamento, con le stesse reazioni provocate dal contatto con l'iridomirmecina pura.

Il serbatoio del secreto delle glandole anali sbocca nella parte posteriore della regione dorsale del gastro, fra il 4° e 5° urotergo, ciò che indica la via di espulsione e di impiego del secreto. Le  $\bar{\varphi} \bar{\varphi}$  di *Iridomyrmex humilis* Mayr in lotta contro altri insetti, portano frequentemente la zona di sbocco del serbatoio delle glandole anali a contatto del corpo del competitore, il quale poi manifesta dapprima agitazione, seguita da incoordinazione di movimenti e infine caduta di attività. Questi insetti aggrediti da molte  $\bar{\varphi} \bar{\varphi}$  finiscono per cessare di lottare senza tuttavia presentare mutilazioni o ferite, e, pur restando ancora vivi anche per lungo tempo, rimangono inerti in preda ad una azione depressiva o paralizzante; in seguito o muoiono o vengono uccisi dalle  $\bar{\varphi} \bar{\varphi}$  per lacerazione del corpo.

Si deve ricordare a questo punto che l'azione tossica della iridomirmecina si manifesta *in vitro* sugli insetti iridomirmecinosensibili progressivamente con eccitazione, paresi degli arti ed antenne, perdita di coordinamento motorio, contrazioni, supinazione agitata con contrazioni cloniche degli arti ed infine acinesi. Nel complesso si trova un parallelismo di comportamento in insetti colpiti dall'azione tossica sia della iridomirmecina pura, sia del veleno totale sperimentalmente prelevato dal serbatoio delle glandole anali, sia degli estratti grezzi dell'addome di  $\varphi$  e di  $\bar{\varphi}$ , sia in insetti aggrediti direttamente da *Iridomyrmex humilis* Mayr.

L'insieme di fatti osservati in natura e sperimentalmente, cioè le proprietà insetticide della iridomirmecina pura e l'analogia tra il comportamento di *Iridomyrmex humilis* Mayr in lotta contro altri insetti e l'impiego a scopo di offesa del veleno delle glandole anali da parte di altri Dolicoderini (ed il veleno ad acido formico di altri Formicidi), concorda a consentire di interpretare l'iridomirmecina come prodotto delle glandole anali impiegato a scopo di difesa e di offesa nella lotta che *Iridomyrmex humilis* Mayr deve sostenere contro i suoi competitori.

Appare interessante il fatto che la iridomirmecina contenuta nel serbatoio del secreto delle glandole anali non espliciti azione

sulla stessa *Iridomyrmex humilis* Mayr che è invece molto sensibile al contatto esterno sia col veleno grezzo sia con la iridomirmecina pura. L'argomento si ricollega a molti altri fatti consimili noti sia per Artropodi sia per altri animali, e d'altra parte si presta a ricerche istologiche sull'apparato glandolare produttore di iridomirmecina e sul serbatoio del secreto. A questo proposito si può precisare che sembra da escludere un meccanismo di liberazione chimica della iridomirmecina allo stato attivo solo nel momento della espulsione dal corpo sotto il controllo nervoso, in quanto si può estrarre sperimentalmente un veleno grezzo attivo da operaie narcotizzate, oppure da addomi amputati. A ciò si deve aggiungere che la iridomirmecina è ottenibile da operaie morte da lungo tempo.

#### Le ricerche sulle proprietà antibatteriche.

Le prime prove dell'attività antibatterica sono state condotte con estratti acquosi e con estratti preparati con vari solventi dei lipidi. In genere gli estratti acquosi dimostrarono o scarsissima o nulla attività antibatterica mentre gli estratti più attivi erano quelli in etere, acetone, alcool ecc. Pertanto è stato scelto per la prosecuzione delle ricerche l'estratto etero che presentava maggior facilità di lavorazione e di impiego nelle varie prove biologiche e chimico-fisiche rispetto agli altri solventi.

Le prove di attività antibatterica sono state condotte inizialmente con la collaborazione batteriologica del prof. A. Nascimbene, in genere con il metodo del pozzetto nelle colture di agar-germi, secondo le usuali tecniche impiegate nelle ricerche sugli antibiotici.

Poichè la iridomirmecina è scarsamente idrosolubile, queste condizioni sperimentali non sono le migliori per mettere in evidenza il dato che interessa in quanto la sostanza sia allo stato di estratto lipidico grezzo sia allo stato purificato in soluzione etera o acetonica ha difficoltà a compenetrare la massa del terreno colturale che si può considerare come una fase acquosa. Le ricerche che sono state condotte con gli estratti grezzi hanno dimostrato che in genere le attività antibatteriche dei vari estratti erano simili tranne che per l'estratto acquoso che risultava inattivo o presentava solo tracce di attività. Le prove sono state condotte sui seguenti germi con risultato positivo:

- Gram + : *Bacillus anthracis* Cohn. em. Koch  
*Staphylococcus aureus* Rosenbach (ceppo Oxford)
- Gram — : *Brucella melitensis* (Hughes) Meyer e Shaw  
*Brucella abortus* (Schmidt e Weis) Meyer e Shaw  
*Brucella suis* Huddleson  
*Vibrio comma* (Schroeter) Bergey  
*Escherichia coli* (Migula) Castellani e Chalmers  
*Salmonella paratyphi* (B) (Kayser) Bergey  
*Eberthella typhosa* (Zopf) Weldin  
*Shigella paradyenteriae* (Collins) Weldin  
*Proteus vulgaris* Hans
- Acido resistenti : *Mycobacterium phlei* Lehmann e Neumann  
*Mycobacterium Minetti* Penso e Coll.  
*Mycobacterium tuberculosis avium* Chester.

La scarsa idrosolubilità della iridomirmecina e la relativamente debole attività antibatterica non hanno tuttavia impedito a realizzazione del programma di riconoscimento e differenziazione del prodotto grezzo e della purificazione della sostanza fino all'ottenimento del prodotto puro, lavori che sono stati condotti appunto essenzialmente sulla traccia dell'attività antibatterica.

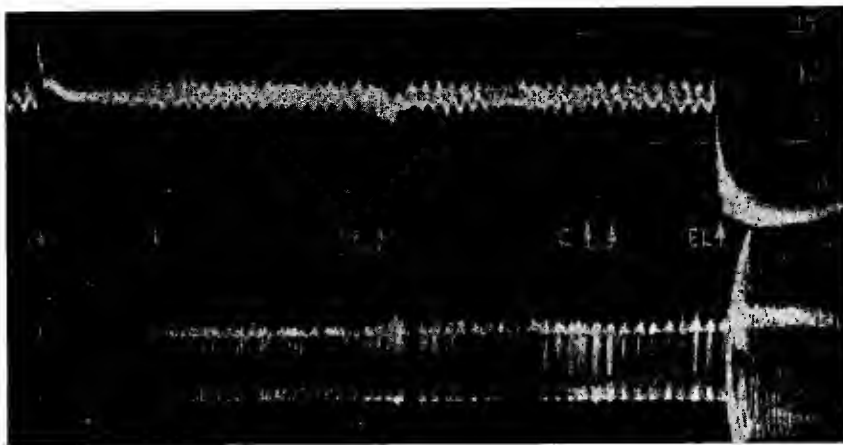


Fig. 23: Tracciato della pressione e della respirazione in cane maschio di 13 Kg. in anestesia da pentobarbital 30 mg/Kg endovena.

- A1 = 20 gamma di adrenalina  
IM1 = 5 mg. di iridomirmecina in alcool 10 %  
IM2 = 50 mg di iridomirmecina in alcool 10 %  
C = 10 cc di alcool al 10 %  
EL = 1 cc estratto di Eledone (2 g di tessuto secondo Erspamer).

Con ciò si mette anche in evidenza come per spingere a fondo un lavoro in questo campo di ricerche, non sia necessario trovarsi sempre in presenza di prodotti altamente attivi.

#### Ricerche farmacologiche.

##### *Azione farmacologica sul ritmo cardiaco, pressione e respirazione in omeotermi.*

Allo scopo di conoscere gli effetti della iridomirmecina sugli omeotermi sono state effettuate da Erspamer e Pavan [47 bis] alcune prove farmacologiche sperimentali ricercando l'effetto sulla pressione del sangue e sul ritmo cardiaco in cane anestetizzato. Di tale gruppo di ricerche è stato fatto un solo cenno in Pavan [43].

Si riportano qui i risultati documentati dalle grafiche rilevate nel corso degli esperimenti.

In una prima prova orientativa (v. fig. 23) la somministrazione di 5 e di 50 mg di iridomirmecina endovena in soluzione idro-alcoolica non ha provocato effetti rilevabili sul ritmo cardiaco, sulla pressione del sangue e sulla respirazione di cane di 13 Kg in anestesia da pentobarbital. La normale sensibilità del test è messa in evidenza dagli effetti della somministrazione di adrenalina all'inizio, e di un estratto di Eledone alla fine dell'esperimento.

In considerazione dei risultati negativi ottenuti con la prova precedente è stato ripetuto l'esperimento con un cane di peso

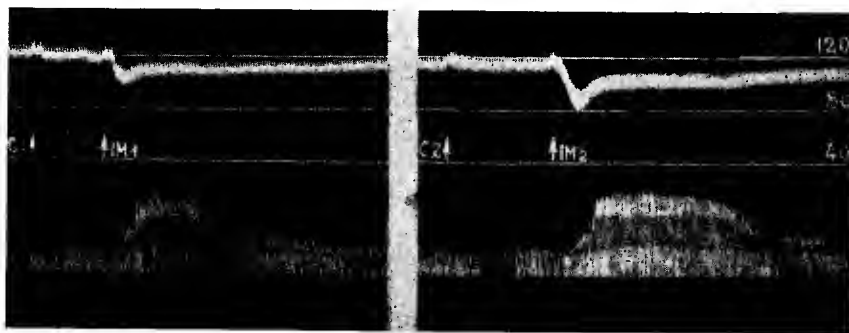


Fig. 24: *Tracciato della pressione e respirazione di cane maschio di Kg 6,5 in anestesia da pentobarbital 30 mg/Kg endovena.*

C1 = 5 cc alcool al 10% per controllo

IM1 = 25 mg iridomirmecina in 5 cc alcool al 10%

C2 = 10 cc alcool al 10% (in 80 di acqua e 10 sol. fis.)

IM2 = 50 mg iridomirmecina in cc 10 della miscela sopradetta.



minore (Kg 6,5) e con somministrazione di una dose iniziale maggiore (v. fig. 24). In questo caso la somministrazione di 25 mg di iridomirmecina in soluzione idroalcoolica ha provocato un'evidente stimolazione del respiro sia nella profondità che nella frequenza per la durata di 5 minuti, mentre per la dose di 50 mg la stimolazione dura una decina di minuti.

Sulla pressione la sostanza ha manifestato un'azione lievemente e modicamente depressiva. La caduta di pressione è abbastanza rapida, la ripresa lenta. Anche dopo 20-30 minuti la pressione è lievemente più bassa del normale.

Le iniezioni di controllo di alcool 10% sono risultate prive di azione sul respiro e sulla pressione.

Un'ulteriore prova (v. fig. 25, 26) è stata effettuata somministrando endovena ad un cane di 14 Kg in anestesia da seconal sodico una soluzione idroalcoolica di iridomirmecina a dosi di 50 e 100 mg e per confronto 50 mg di canfora in soluzione idroalcoolica nonché una corrispondente miscela idroalcoolica di controllo.

I risultati ottenuti hanno dimostrato che alle alte dosi saggiate l'iridomirmecina provoca una modesta stimolazione respiratoria, talvolta preceduta o interrotta da fugacissime riduzioni nell'ampiezza del respiro interessante pochi atti respiratori. Si ha anche una breve caduta di pressione. L'attività cardiaca non sembra interessata o è modestamente stimolata.

Alle dosi saggiate la canfora ha azione minore dell'iridomirmecina sul respiro e pressione.

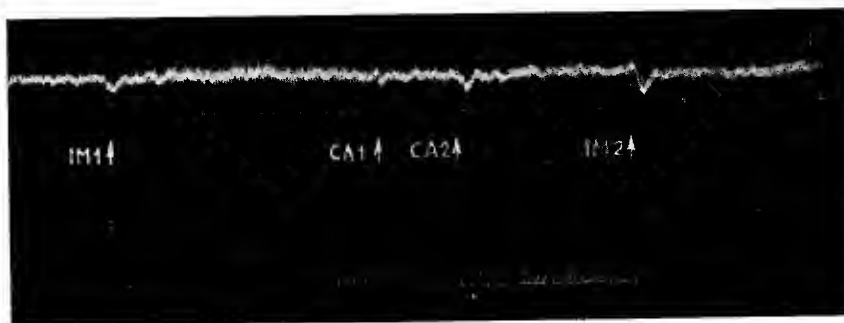


Fig. 25 e 26: Tracciato della pressione e respirazione di cane maschio di 14 Kg in anestesia da seconal sodico (20 mg/Kg).

Fig. 25: IM 1 = 50 mg iridomirmecina in 10 cc di alcool al 10%  
CA 1 = 7,5 mg canfora in 5 cc di sol. 1,25%<sub>100</sub> in alcool 10%  
CA 2 = 12,5 mg canfora in 5 cc di sol. 2,5%<sub>100</sub> in alcool 10%  
IM 2 = 100 mg iridomirmecina in 20 cc di alcool al 10%

L'azione dell'iridomirmecina è risultata in complesso assai modesta anche per le eccellenti condizioni respiratorie e cardiovascolari dell'animale in esperimento.

*Azione farmacologica sull'utero di ratto in estro*



Fig. 27: Tracciato di utero di ratto in estro.

- ENT 2 = 0,2 gamma di picrato di enteramina  
 IM 1 = 1,25 mg di iridomirmecina in alcool al 10 %  
 C = 0,25 cc di alcool al 10 % (controllo)  
 IM 1 = 1,25 mg di iridomirmecina in alcool al 10 %  
 ENT 3 = 1 gamma di picrato di enteramina

Le prove condotte sull'organo isolato sono state precedute e seguite dalla somministrazione di controllo di picrato di enteramina all'inizio e alla fine dell'esperimento. Gli effetti contratturanti di questa somministrazione hanno dimostrato la normale reattività biologica del preparato. La somministrazione di iridomirmecina in soluzione idroalcolica e di corrispondente soluzione idroalcolica di controllo non ha provocato invece effetti apprezzabili, come è rilevabile dalla grafica in fig. 27.

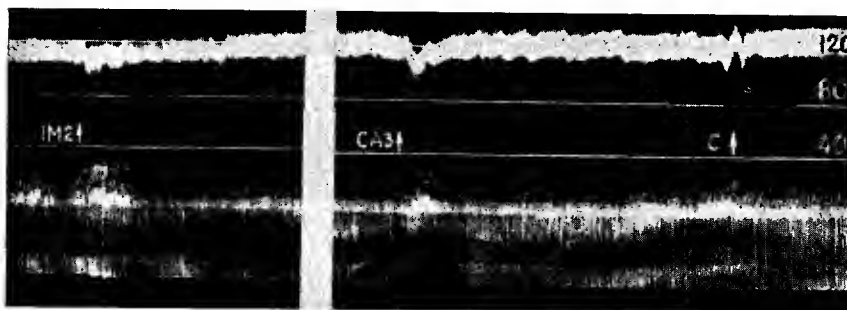


Fig. 28: (per opportunità tecniche nella seconda grafica si aumenta l'altezza delle escursioni respiratorie)

- IM 2 = 100 mg iridomirmecina in 20 cc di alcool al 10 %  
 CA 3 = 50 mg canfora in 20 cc di ol. 2,5 % in alcool al 10 %  
 C = 20 cc alcool al 10 % (controllo).

Nel complesso gli esperimenti *in vivo* (ritmo cardiaco, pressione e respirazione in cane anestetizzato) e in organo isolato (utero di ratto in estro) hanno dimostrato che la iridomirmecina anche a dosi molto alte è priva di azione tossica sistemica acuta.

Le dosi più elevate hanno messo in evidenza un'azione lievemente depressiva sulla pressione e modica stimolazione respiratoria.

Giudicati da un punto di vista pratico, questi risultati concordano con i dati tossicologici ottenuti per altre vie e nell'insieme dimostrano la scarsissima tossicità della sostanza per gli omeotermi.

*Distribuzione e permanenza della iridomirmecina  
negli organi e tessuti di topo albino.*

Allo scopo di conoscere il destino del prodotto dopo l'introduzione nell'organismo vivente, è stata condotta una ricerca preliminare intesa a mettere in evidenza la presenza della iridomirmecina nei vari organi di topo albino, dopo l'iniezione endoperitoneale di soluzione idroalcolica o di soluzione oleosa (Pavan [40]).

Dopo la somministrazione a intervalli determinati l'animale veniva decapitato prelevando il sangue, il cervello, i polmoni, il fegato, la milza, i reni. Da essi la iridomirmecina veniva estratta con solventi e messa in evidenza col test insetticida ottenendo la valutazione comparativa di una maggiore o minore quantità di sostanza presente nei vari organi. I risultati sono esposti nella tabella seguente con le notazioni +++, ++, +, ±, -, che indicano la differente intensità delle reazioni tossiche manifestate dagli insetti test a contatto con gli estratti dei vari organi.

TABELLA II - *Valutazione comparativa della iridomirmecina presente nei vari organi di topo albino dopo iniezione endoperitoneale di soluzione idroalcoolica al 2% (ia), oleosa al 4% (ol) alla dose di g 0,25 p. Kg.*

Intervallo dopo l'iniezione	Fegato		Polmoni		Reni		Milza		Cervello		Sangue	
	ia	ol	ia	ol	ia	ol	ia	ol	ia	ol	ia	ol
0 h 30'	+++	±	—	++	++	±	++	++	+++	++	±	++
1 h	++	+	++	++	++	+++	±	—	—	++	+	++++
1 h 30'	+++	—	+	+	+	+	+++	—	±	—	+	+
2 h	++	—	+	—	—	—	—	—	+	—	++	—
2 h 30'	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	±	—
4 h	±	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Dalla tabella si notano i seguenti fatti: la sostanza iniettata in peritoneo nel topo albino in soluzione oleosa (4%) o idroalcoolica (2%) alla dose di g 0,25 per Kg, scompare dagli organi al massimo due ore dopo l'iniezione. Si nota anche che se viene iniettata in peritoneo in soluzione idroalcoolica persiste negli organi più a lungo. Infatti nel caso della soluzione idroalcoolica essa è presente in vario grado nel fegato e nel sangue (++), nel cervello e nei polmoni (+) dopo due ore dall'iniezione mentre dopo uguale tempo dall'iniezione della soluzione oleosa con identiche modalità, non è più reperibile negli organi e tessuti considerati.

Nel complesso queste ricerche consentono di concludere che nelle condizioni sperimentali descritte, la iridomirmecina:

1) è ancora attiva per un certo tempo dopo la permanenza nel sangue totale *in vivo*;

2) si distribuisce in vario grado nei diversi organi (fegato, polmoni, reni, milza, cervello, sangue), nei quali con le tecniche usate non è più reperibile dopo un tempo relativamente breve;

3) è almeno in parte recuperabile dagli organi in forma attiva;

4) supera la barriera ematoencefalica.

*Tossicità per il topo albino per via endoperitoneale  
e gastrica.*

La prova di tossicità sul topo albino sono state effettuate con soluzione idroalcolica e con soluzione in olio di mandorle. Le prove con allontanamento della miscela idroalcolica in un caso e con la sublimazione dalla soluzione oleosa nel secondo caso, hanno messo in evidenza che nelle soluzioni la sostanza attiva rimaneva inalterata quantitativamente e qualitativamente senza limiti di tempo.

Riportiamo ora la tabella delle prove di tossicità e dei risultati ottenuti.

TABELLA III - *Tossicità in topo albino per via endoperitoneale.*

Dose g per Kg endoperitoneale	Soluzione idroalcolica (2:1) + 2% iridomirmecina		Controllo soluzione idroalcolica (2:1)	
	Trattati	Morti	Trattati	Morti
0,25	5	0	5	0
0,50	5 + 5	1 + 4	5 + 5	2 + 5
0,75	5	5	5	5
1	5	4	5	2

Si deve notare che la soluzione idroalcolica ha dato risultati incostanti, in parte imputabili alla tossicità del veicolo, per cui tali ricerche non sono state portate più a fondo. Per quanto la tossicità del veicolo sia risultata molto elevata e tale da disturbare la regolarità degli esperimenti, si può ritenere che *per via endoperitoneale la DL 50 della iridomirmecina in soluzione idroalcolica al 2% si aggiri sui g 0,5 per Kg.*

Impiegando invece una soluzione in olio di mandorle con concentrazioni di sostanza doppia di quella della soluzione idroalcolica, si sono avuti i risultati riportati nella tabella seguente:

TABELLA IV - *Tossicità in topo albino per via endoperitoneale.*

Dose g per Kg endoperitoneale	Soluzione in olio di mandorle 4% di iridomirmecina		Controllo olio di mandorle	
	Treatati	Morti	Treatati	Morti
0,25	5	0	5	0
0,50	5	0	5	0
1	5 + 5	1 + 3	5	0
2	5	5	5	0

Secondo i dati esposti nella tabella risulta che per via endoperitoneale in soluzione oleosa al 4%, alla dose di g 0,5 di iridomirmecina per Kg non si hanno effetti mortali, mentre con 1 g per Kg si sarebbe prossimi alla DL 50. Si noti a questo riguardo che la tossicità è molto bassa.

Per avere un paragone con gli altri insetticidi, riportiamo da Pavan [37], i dati comparativi sulla dose letale media (DL 50) per via gastrica sul topo albino fra iridomirmecina, DDT-pp', gamma-esaclorocicloesano e parathion desumendo dalla letteratura i dati per gli ultimi tre insetticidi:

TABELLA V - *DL 50 per il topo albino per via gastrica, in mg/Kg di animale.*

Iridomirmecina	DDT-pp'	$\gamma$ esaclorocicloesano	Parathion
1500	225	225 190	12,5

Dalla tabella si vede che la tossicità della iridomirmecina sul topo albino è notevolmente inferiore a quella di DDT-pp',  $\gamma$ -esaclorocicloesano e parathion.

*Tossicità per via cutanea per il topo albino e per l'uomo.*

Per saggiare gli eventuali effetti sulla cute e la tossicità per assorbimento per via cutanea, sono state effettuate applicazioni in topo albino e su uomo con soluzioni oleose e con applicazione diretta di sostanza cristallina.

Sul topo albino dopo rasatura del dorso è stata applicata una soluzione di iridomirmecina al 5 % in olio di mandorle, mediante pennellatura una volta al giorno per 10 giorni consecutivi. L'osservazione durante il trattamento e per 30 giorni dopo il termine dell'applicazione, non ha rivelato alcuna alterazione macroscopica. All'osservazione microscopica la cute risultò indenne.

Sull'uomo la soluzione oleosa di iridomirmecina al 5 % è stata applicata per 10 giorni con pennellate giornaliere sulla faccia palmare dell'avambraccio. La zona è stata opportunamente protetta con foglio di plastica e fasciatura.

Durante l'applicazione e dopo l'esperimento per un periodo di osservazione di 30 giorni non sono state riscontrate alterazioni di sorta.

In un altro esperimento ripetuto due volte, con 100 mg di iridomirmecina pura applicata per tre giorni sulla cute del braccio con foglio di plastica e fasciatura per mantenere uno stretto contatto, non si è avuta alcuna reazione locale e generale in dieci giorni di osservazione.

I risultati di questi esperimenti dimostrano l'innocuità della iridomirmecina applicata in soluzione oleosa o in sostanza pura per via cutanea su topo albino e su uomo.

**Attività insetticida della iridomirmecina.**

*Reazioni di intossicazione degli insetti.*

Le reazioni manifestate dagli insetti sensibili al contatto con la iridomirmecina iniziano generalmente con segni di agitazione seguiti da fenomeni sempre più gravi fino alla morte con un comportamento simile a quello di insetti intossicati da DDT.

Prove di attività tossica di vapori di iridomirmecina a temperatura ambiente su varie specie di insetti non hanno dato risultati apprezzabili.

Una successione completa delle reazioni rilevabili nel caso più generale e frequente è data dalle seguenti fasi di cui si riporta un cenno esplicativo con la terminologia adottata (Pavan [37]).

*Agitazione*: movimenti più rapidi e frequenti del normale.

*Paresi delle antenne*: antenne bloccate in posizione non normale o cadenti.

*Paresi delle zampe*: zampe ripiegate, o trascinate, oppure in movimento senza facoltà di sostenere il corpo nè di fare presa sul piano di deambulazione.

*Anomodromia*: deambulazione incoordinata.

*Anomopteria*: volo incoordinato.

*Adromia*: incapacità di deambulazione.

*Supinazioni provvisorie*: temporanei rovesciamenti sul dorso.

*Supinazione*: prolungato o definitivo rovesciamento sul dorso.

*Contrazioni*: corpo e zampe ripiegati su se stessi a scatti.

*Contrazioni cloniche*: contrazioni cloniche degli arti in fase agonica.

*Acinesi*: completa mancanza di movimento, anche alla stimolazione.

#### *Tecniche e materiali impiegati nella sperimentazione per contatto.*

Gli esperimenti sull'attività insetticida della iridomirmecina per contatto sono stati condotti in capsula Petri e in matraccio di Erlenmeyer o col metodo della registrazione attografica.

Le prove sono state condotte sempre in parallelo con iridomirmecina, DDT-pp' e  $\gamma$ -esaclorocicloesano.

Gli esperimenti in capsula Petri e in matraccio di Erlenmeyer sono stati effettuati facendo evaporare uniformemente nei recipienti quantitativi di soluzioni titolate in modo da ottenere la distribuzione dell'insetticida nelle dosi predeterminate per unità di superficie. Dopo l'evaporazione del solvente all'aria le capsule trattate venivano poste in termostato per alcuni minuti onde eliminare le ultime tracce di solvente. Prove di controllo venivano effettuate per ogni esperimento col solo solvente. Quando si mettevano in esperimento *Formicidae* produttori di acido formico si aveva cura di sollevare rapidamente e di frequente il coperchio delle capsule Petri allo scopo di allontanare per ventilazione le tracce di acido formico che spesso tali animali emettono dopo la introduzione nelle capsule Petri trattate con l'insetticida.

Per ogni prova si impiegavano 10 o più individui. Per la registrazione degli effetti del trattamento si teneva sotto controllo



continuo gli insetti in esperimento registrando i tempi di comparsa e la durata delle fasi di tossicità secondo lo schema esposto in Pavan [37]. Tali dati servivano a dare una valutazione finale comparativa della tossicità dei vari prodotti e delle varie dosi impiegate.

Le specie di insetti adoperate per queste prove sono quelle

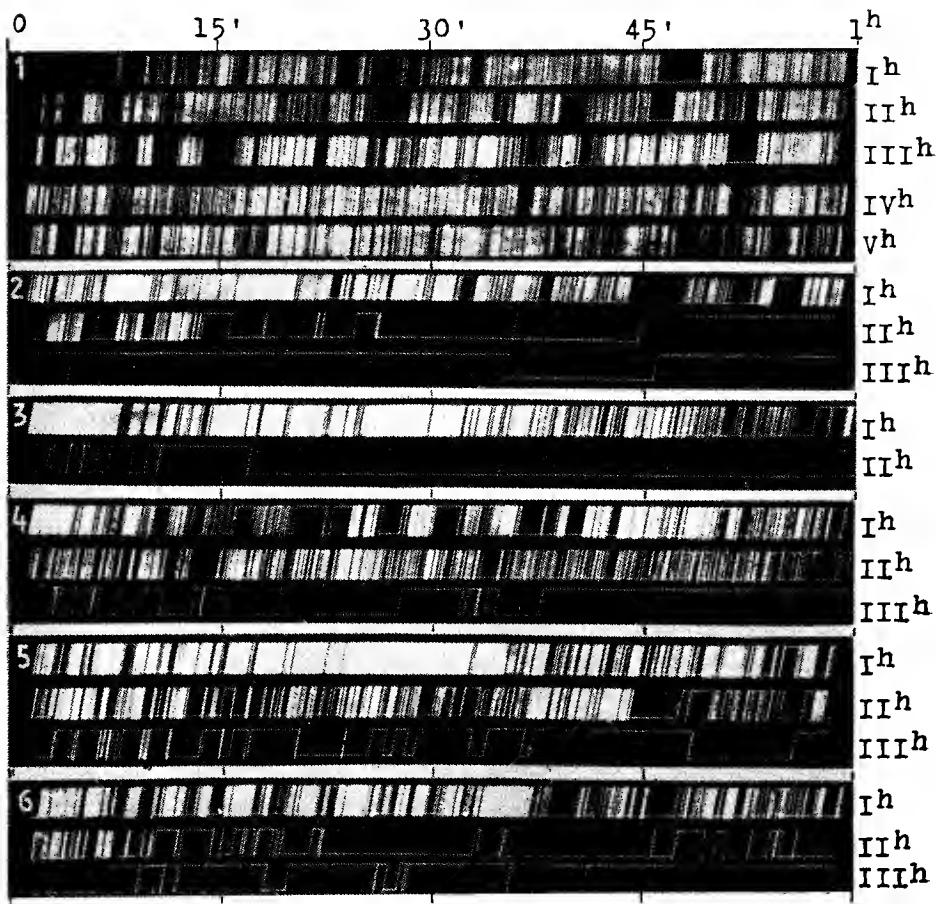


Fig. 28: Attogrammi eseguiti con attografo Ghidini impiegando operaie di *Formica rufa* L. ssp. *vrateensis* Retz. tenute in allevamento sperimentale.  
(v. didascalie a pagina seguente).

della Tabella VI ad eccezione delle specie elencate al termine di questo capitolo che sono state sottoposte alla sperimentazione attografica.

Nelle *prove con registrazione attografica* (Pavan [37]) è stato impiegato dapprima (1948) il modello di attografo a camera

*Didascalie agli attogrammi di Fig. 28 (da Pavan [37]).*

*Attogramma 1:* registrazione di 5 ore di attività di una ♀ di *Formica rufa* L. *pratensis* Retz. normale non trattata.

*Attogramma 2:* tre ore di registrazione dell'attività su carta trattata con *iridomirmecina* 10 gamma per cm<sup>2</sup>. Si nota la fase di grande eccitazione dei primi 45 minuti con massimo verso il 15° minuto. Indi attività intervallata e decrescente fino al 60° minuto. Modesta ripresa di attività nei successivi 15 minuti con annullamento quasi improvviso a partire dal 70° minuto.

*Attogramma 3:* due ore di registrazione dell'attività su carta trattata con *gamma-esaclorocicloesano* 10 gamma per cm<sup>2</sup>. Si nota la fase di grande eccitazione dei primi 45 minuti, con massimo verso il 30° minuto. Indi attività regolarmente e rapidamente decrescente fino all'annullamento verso il 70° minuto.

*Attogramma 4:* tre ore di registrazione dell'attività su carta trattata con *DDT-pp'* 10 gamma per cm<sup>2</sup>. Si nota attività decrescente e intervallata da numerose pause nei primi 30 minuti, leggermente crescente ma intervallata nei successivi 45 minuti, indi nuovamente decrescente fino all'annullamento verso il 135° minuto.

*Attogramma 5:* tre ore di registrazione dell'attività su carta trattata con *iridomirmecina* 1 gamma per cm<sup>2</sup>. Si nota una fase di grande eccitazione nei primi 40 minuti culminante verso il 30° minuto. Attività regolarmente decrescente fino al 90° minuto, indi breve ripresa di 15 minuti, e successiva rapida caduta fino all'annullamento verso il 150° minuto.

*Attogramma 6:* tre ore di registrazione di attività su carta trattata con *gamma-esaclorocicloesano* 1 gamma per cm<sup>2</sup>. Si nota una debole eccitazione nei primi 40 minuti culminante verso il 90° minuto. Indi rapida caduta di attività fino quasi all'annullamento verso il 105° minuto.

(Non si riporta la registrazione dell'esperimento con 1 gamma di *DDT-pp'* perchè il trattamento non provoca reazioni da intossicazione).

ruotante descritto da Ghidini <sup>(1)</sup>. Con questo metodo sono state fatte le prove su *Formica rufa* L. *pratensis* Retz. (v. attogramma 1-6 della fig. 28 e curve di attività degli insetti trattati in fig. 29).

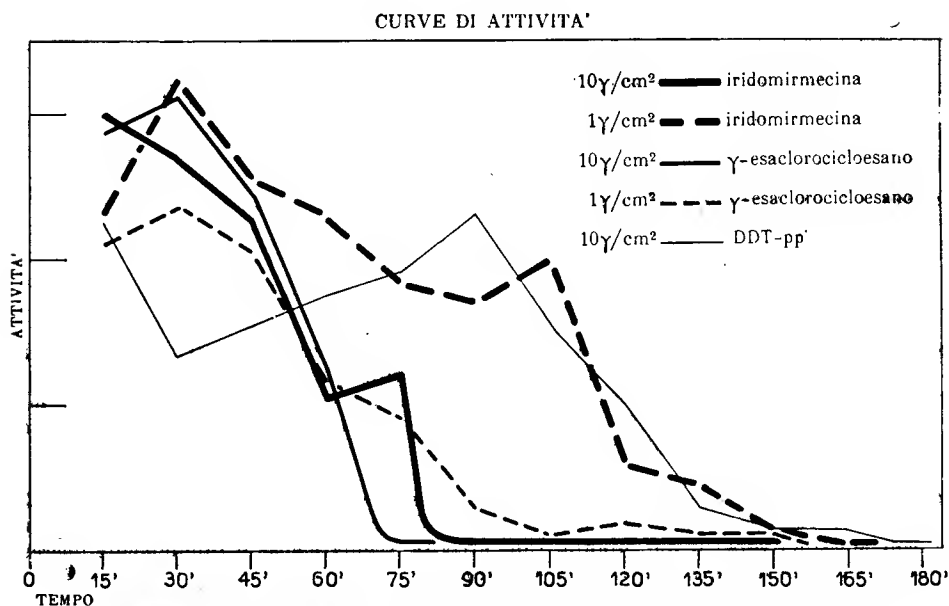


Fig 29: Curve di attività di *Formica rufa* L. ssp. *pratensis* operate ricavate dagli attogrammi della Fig. 28 col metodo descritto da Ghidini 1948 <sup>(1)</sup>.

Sull'ascissa è riportata l'attività deambulatoria dell'insetto e sull'ordinata il tempo di osservazione.

Successivamente abbiamo costruito in collaborazione (Pavan Ronchetti) una batteria di 16 attografi (v. Tav. IV) a camera ruotante che forniscono una registrazione grafica qualitativa continua ed una registrazione quantitativa in metri del movimento deambulatorio dell'insetto nelle varie fasi e alla fine dell'esperimento <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> GHIDINI G. M., 1948. Saggio biologico di insetticidi per contatto con il metodo degli attogrammi. *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna* 17: 122-129.

<sup>(2)</sup> PAVAN M., 1952. Ricerche sperimentali sul comportamento degli Artropodi. III. Apparecchio per lo studio sperimentale del comportamento cinetico. *Boll. Zool. Agr. e Bachicolt.* 17 (3): 1-20.

PAVAN M., 1952. Attografo multiplo per lo studio del comportamento cinetico di Artropodi. *Trans. IX Int. Congr. Ent. (1951)*, 1:315-320.

Con questi apparecchi sono state condotte da Ronchetti [48] le prove su *Locusta migratoria migratorioides* R. e F., *Gryllotalpa gryllotalpa* L., *Periplaneta americana* L., *Blutta orientalis* L., *Inachis io* L., *Melolontha melolontha* L., *Leptinotarsa decemlineata* Say.

*Azione tossica in tempi di contatto limitati.*

Su due specie di *Formicidae* è stata controllata l'azione che si manifesta per tempi di breve permanenza in capsule Petri trattate con iridomirmecina e con DDT-pp' alla concentrazione di 10 gamma per cm<sup>2</sup> (Pavan [37]).

Su *Lasius bicornis affinis* Sch. e *Dendrolasius fuliginosus*, un minuto di permanenza in esperimento con iridomirmecina causa segni di intensa sofferenza, anomodromia, supinazione, paresi soprattutto degli arti posteriori, perduranti in alcuni individui anche per 6 ore. Indi generalmente si ha un ritorno alla normalità. Invece con 1 minuto di permanenza in presenza di DDT-pp' non compaiono sintomi nemmeno nelle ore successive al trattamento.

*Risultati della sperimentazione per contatto.*

I risultati di tutte le prove di tossicità sono esposti nella Tabella VI che è composta con i dati riassunti da Pavan [37], e da Ronchetti [48], e nella quale si riportano schematicamente anche i dati relativi alla sperimentazione attografica suscitata.

TABELLA VI — Riassunto  
sull'attività insetticida per contatto di IRIDOMIRMECINA (IRI),

ORDINE, FAMIGLIA Genere e specie di Insetti e Acari trattati	Concentrazione					
	gamma 1 per cm <sup>2</sup>			gamma 5 per cm <sup>2</sup>		
	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH
<b>BLATTOIDEA, BLATTIDAE</b>						
<i>Blatta orientalis</i> L. (neanidi)	±	++	+++	+	++	+++
» » » (♂♂)						
<i>Periptaneta americana</i> L. (neanidi)						
» » » (♂♂)						
<b>BLATTELLIDAE</b>						
<i>Blattella germanica</i> L. (neonate)	± +++	++ +	+++ ++++	+++ +++	+ ++	++++
» » » (adulti)						
» » » (adulti)						
<b>ISOPTERA, CALOTERMITIDAE</b>						
<i>Calotermes flavicollis</i> F. (♀♀)				+	+++	
<b>ORTHOPTERA, GRYLLIDAE</b>						
<i>Acheta domestica</i> L. (neonate)	±	+	+++	++++	++	+++
» » » (2 <sup>a</sup> età)	++	++	+++	+++	++	+++
<b>GRYLLOTALPIDAE</b>						
<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> L. (neanidi)						
<b>ACRIDIDAE</b>						
<i>Locusta migratoria migratorioides</i> R. e F. (1 <sup>a</sup> età)	±	++	++++	+++	++	++++
(2 <sup>a</sup> età)	±	+	++++	++	++	++++
(3 <sup>a</sup> età)	0	+	+++	+	++	+++
(4 <sup>a</sup> età)				0	+	+++
(5 <sup>a</sup> età)				±	+	+++

dei risultati delle ricerche

DDT-pp', (DDT), GAMMAESACLOROCICLOESANO (HCH).

di insetticida per cm<sup>2</sup>

gamma 10 per cm <sup>2</sup>			gamma 20-25-30 per cm <sup>2</sup>			gamma 50 per cm <sup>2</sup>			gamma 100 per cm <sup>2</sup>		
IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH
			gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
+	++	+++	++	++	+++	+	++	+++	++	++	+++
0	+	++	±	+	++	++	+	+++	+	+	+++
						++	+	+++	++	+	++++
			gamma 25 per cm <sup>2</sup>								
+++	++		+	++		+	++		++	++	
0	+										
0	0										
			gamma 25 per cm <sup>2</sup>								
++	+++		+++	+++							
			gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
++++	+	++++									
++	+++	+++	++	++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++
						+	±	++			
+++	++	++++									
++	++	++++									
+	++	+++	gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
±	++	+++	+	++	+++	++	+	+++			
+	++	+++	+	++	+++						

(segue Tab. VI)

ORDINE, FAMIGLIA <i>Genere e specie</i> di Insetti e Acari trattati	Concentrazione					
	gamma 1 per cm <sup>2</sup>			gamma 5 per cm <sup>2</sup>		
	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH
<b>ANOPLURA, PEDICULIDAE</b> <i>Pediculus humanus vestimentorum</i> Leach.				++	+	++++
				+++	++	
<b>HAEMATOPINIDAE</b> <i>Linognathus setosus</i> Olf.				+++	±	+
<b>HEMIPTERA, PYRRHOCORIDAE</b> <i>Pyrrhocoris apterus</i> L. (adulti)						
<b>LYGAEIDAE</b> <i>Oncopeltus fasciatus</i> (Dallas) (adulti)						
<b>APHIDIDAE</b> <i>Myzus persicae</i> Sulz. (neanidi)	++	+++	+++	++	++	
<b>LEPIDOPTERA, COSSIDAE</b> <i>Cossus cossus</i> L. (larve mature)				0	0	0
<b>PYRALIDAE</b> <i>Galleria mellonella</i> L. (larve mature)	0	±	++	0	±	+++
<b>BOMBYCIDAE</b> <i>Bombyx mori</i> L. (larve 2 <sup>a</sup> età) (razza Awoiku)	0	++	+++	+	++	+++
<b>PIERIDAE</b> <i>Pieris brassicae</i> L. (larve 1 <sup>a</sup> età)	+	++	+++	++++	+++	+++
<b>NYMPHALIDAE</b> <i>Inachis io</i> L. (larve)						

di insetticida per cm<sup>2</sup>

gamma 10 per cm <sup>2</sup>			gamma 20-25-30 per cm <sup>2</sup>			gamma 50 per cm <sup>2</sup>			gamma 100 per cm <sup>2</sup>		
IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH
			gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
+++	++		++	+	++++					.	
			+++	++							
			gamma 30 per cm <sup>2</sup>								
			+++	++							
			gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
			+++	±	+						
++	0		gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
++	+	++	+++	+	++	++++	++	+++	++++	+	+++
			gamma 25 per cm <sup>2</sup>								
+++	+++	+++	+++	+++							
			gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
0	0	0	0	0	0						
			gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
0	+	+++	+	++		+	+++	+++	+	++	+++
+++	++	+++									
+++	+++	+++									
						+	++	++			



(segue Tab. VI)

ORDINE, FAMIGLIA Genere e specie di Insetti e Acari trattati	Concentrazione					
	gamma 1 per cm <sup>2</sup>			gamma 5 per cm <sup>2</sup>		
	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HOH
<b>DIPTERA, DROSOPHILIDAE</b>						
<i>Drosophila virilis</i> Str.						
<i>Drosophila funebris</i> Fabr.						
<b>MUSCIDAE</b>						
<i>Musca domestica</i> L.						
<i>Musca domestica</i> L. DDT resistente						
<b>CULICIDAE</b>						
<i>Anopheles maculipennis</i> Meig.						
v. <i>atroparvus</i> Van Thiel (♀ ♀)	+++		+++			
<b>HIPPOBOSCIDAE</b>						
<i>Crataerhina pallida</i> Latr.						
<b>COLEOPTERA, CARABIDAE</b>						
<i>Platinus dorsalis</i> Pont.						
<b>STAPHYLINIDAE</b>						
<i>Paederus fuscipes</i> Curt.						
<b>SCARABEIDAE</b>						
<i>Melolontha melolontha</i> L.						
<b>OSTOMATIDAE</b>						
<i>Tenebrioides mauritanicus</i> L. (larve)	0	0		±	±	
» » » (adulti)	±	+		±	+	
<b>CUCUJIDAE</b>						
<i>Laemophloeus ferrugineus</i> Steph.						
<b>TENEBRIONIDAE</b>						
<i>Tenebrio molitor</i> L. (larve)				±	+	++
» » » (adulti)				+	++	+++
<i>Palorus depressus</i> Fabr.						
<i>Gnatocerus</i> sp.						

di insetticida per cm<sup>2</sup>

gamma 10 per cm <sup>2</sup>			gamma 20-25-30 per cm <sup>2</sup>			gamma 50 per cm <sup>2</sup>			gamma 100 per cm <sup>2</sup>		
IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH
+	+										
++	+++										
+++	+++										
+++	0										
+++	++	++++				+++	++	+++			
+++	++					+++	++	++++			
							++				
+	++										
+++	++										
						±	+	+++			
±	±		gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
±	++										
±	+	+++	±	+	++	±	+	++	±	+	++
			gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
+	++	+++	++	++	+++	++	++	+++	+++	++	+++
			gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
±	+	++	++	+	++	+	++	+	+	++	++
+	++	+++	++	++	++						
+	++	++	±	++	+++	±	+	++	±	++	++
±	++	+++	+	++	+++	+	+++	++	±	+++	++

(segue Tab. VI)

ORDINE, FAMIGLIA Genere e specie di Insetti e Acari trattati	Concentrazione					
	gamma 1 per cm <sup>2</sup>			gamma 5 per cm <sup>2</sup>		
	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH
<b>CHRYSOMELIDAE</b>						
<i>Melasoma populi</i> L. (larve)	+	++	+++			
"    "    " (adulti)	±	++	++	±	+++	++
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say (adulti)	±	++	++++	±	++	
<b>BRUCHIDAE</b>						
<i>Bruchus pisorum</i> L. (adulti)	±	+	++	+++	++	+++
<b>CURCULIONIDAE</b>						
<i>Calandra graularia</i> L. (adulti)				0	+	++
<b>HYMENOPTERA, FORMICIDAE</b>						
<i>Formica rufa</i> L. <i>pratensis</i> Retz (♀♀)	++	0	+++			
<i>Lasius bicornis affinis</i> Sch. (♀♀)						
<i>Lasius brunneus</i> Latr. (♀♀)						
<i>Dendrolasius fuliginosus</i> Latr. (♀♀)						
<i>Iridomyrmex humilis</i> Mayr (♀♀)	+++	±	+++			
<b>ACARA, TETRANICHIDAE</b>						
<i>Tetranychus pilosus</i> C. e F.	±	+	±	++++	++	++
<b>GAMASIDAE</b>						
<i>Dermanissus gallinae</i> De Geer	+	++	++	+++	++	++

di insetticida per cm<sup>2</sup>

gamma 10 per cm <sup>2</sup>			gamma 20-25-30 per cm <sup>2</sup>			gamma 50 per cm <sup>2</sup>			gamma 100 per cm <sup>2</sup>		
IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH	IRI	DDT	HCH
			gamma 25 per cm <sup>2</sup>								
+	+++	+++	+	+	+++	+	++	++++	+	++	+++
±	+++	++	+	++	++				++	++	
++	++		+	+++		++	+++		+++	+++	
						±	+	+++			
+++	++	++	gamma 25 per cm <sup>2</sup>								
±	+	++	+	+	++	+	+		+	++	
++	++										
+++	++	+++									
+++	0	+++									
++	0	+++									
+++	+										
+++	+	++	gamma 20 per cm <sup>2</sup>								
++	+	+	++	+	+	++	+	+	++	+	+
			gamma 25 per cm <sup>2</sup>								
++++	+++	+++	++++	+++	+++						
			++++	+++	++						
+++	+	++									

Nelle nostre note figurano numerosi protocolli della sperimentazione condotta ed in essi si trovano i dati relativi al tempo di comparsa e alla successione delle fasi di intossicazione <sup>(1)</sup>.

La nostra sperimentazione condotta su 38 specie di Artropodi ha messo in evidenza l'attività tossica della iridomirmecina verso Insetti di interesse agrario <sup>(2)</sup>, di interesse forestale <sup>(3)</sup>, di interesse economico industriale <sup>(4)</sup>, di interesse sanitario in

<sup>(1)</sup> In Pavan [37] si trovano i dati relativi alle seguenti specie: *Blattella germanica* L. (in parte), *Platinus dorsalis* Pont., *Paederus fuscipes* Curt., *Calandra granaria* L. (in parte), *Drosophila virilis* Str., *Drosophila funebris* Fabr., *Musca domestica* L., *Musca domestica* L. ceppo DDT-resistente, *Anopheles maculipennis* Meig. v. *atroparvus* Van Thiel, *Iridomyrmex humilis* Mayr (in parte), *Lasius brunneus* Latr., *Lasius bicornis affinis* Sch., *Dendrolasius fuliginosus* Latr., *Pyrrhocoris apterus* L., *Formica rufa* L. ssp. *pratensis* Retz.

In Ronchetti [48] si trovano i dati relativi alle seguenti specie: *Blatta orientalis* L., *Periplaneta americana* L., *Blattella germanica* L. (in parte), *Calotermes flavicollis* F., *Acheta domestica* L., *Gryllotalpa gryllotalpa* L., *Locusta migratoria migratorioides* R. e F., *Pediculus humanus vestimentorum* Leach., *Linognathus setosus* Olf., *Oncopeltus fasciatus* (Dal.), *Myzodes persicae* Sulz., *Cossus cossus* L., *Galleria mellonella* L., *Bombyx mori* L., *Pieris brassicae* L., *Inachis io* L., *Crataerhina pallida* Latr., *Melolontha melolontha* L., *Tenebrioides mauritanicus* L., *Laemophloeus ferrugineus* Steph., *Tenebrio molitor* L., *Palorus depressus* Fabr., *Gnathocerus* sp., *Melasoma populi* L., *Leptinotarsa decemlineata* Say., *Bruchus pisorum* L., *Calandra granaria* L. (in parte), *Iridomyrmex humilis* Mayr (in parte), *Tetranichus pilosus* C. e F., *Dermanisus gallinae* De Geer.

<sup>(2)</sup> Insetti e Acari di interesse agrario: *Calotermes flavicollis* F., *Gryllotalpa gryllotalpa* L., *Locusta migratoria migratorioides* R. e F., *Pyrrhocoris apterus* L., *Oncopeltus fasciatus* (Dal.), *Myzus persicae* Sulz., *Cossus cossus* L., *Pieris brassicae* L., *Inachis io* L., *Melolontha melolontha* L., *Melasoma populi* L., *Leptinotarsa decemlineata* Say., *Bruchus pisorum* L., *Dendrolasius fuliginosus* Latr., *Iridomyrmex humilis* Mayr, *Tetranichus pilosus* C. e F.

<sup>(3)</sup> Insetti di interesse forestale: *Locusta migratoria migratorioides* R. e F., *Cossus cossus* L., *Melolontha melolontha* L., *Melasoma populi* L., *Iridomyrmex humilis* Mayr.

<sup>(4)</sup> Insetti di interesse economico industriale: *Blatta orientalis* L., *Periplaneta americana* L., *Blattella germanica* L., *Calotermes flavicollis* F., *Acheta domestica* L., *Galleria mellonella* L., *Tenebrioides mauritanicus* L., *Laemophloeus ferrugineus* Steph., *Tenebrio molitor* L., *Palorus depressus* Fabr., *Gnathocerus* sp., *Bruchus pisorum* L., *Calandra granaria* L., *Iridomyrmex humilis* Mayr.

quanto dannosi all'uomo <sup>(5)</sup> e veterinario in quanto parassiti degli animali <sup>(6)</sup>, nonché verso Acari parassiti degli animali <sup>(7)</sup>.

In genere gli Artropodi più sensibili alla iridomirmecina, in presenza della sostanza manifestano una reazione di eccitazione precoce rispetto all'azione del DDT-pp', e talora anche rispetto al gamma-esaclorocicloesano.

I risultati della sperimentazione hanno messo in evidenza l'esistenza di specie iridomirmecino-sensibili <sup>(8)</sup> e di specie iridomirmecino-resistenti <sup>(9)</sup> nelle condizioni sperimentali da noi realizzate. Le specie iridomirmecino-sensibili mostrano vari gradi di sensibilità rispetto agli altri insetticidi impiegati per paragone, e non è raro il caso di specie che sono generalmente <sup>(10)</sup> o in qualche particolare stadio <sup>(11)</sup> o per particolari concentrazioni <sup>(12)</sup> più sensibili alla iridomirmecina che non al DDT-pp' e in qualche caso anche allo stesso gammaesano <sup>(13)</sup>. Così pure si ha il caso di specie insensibili all'azione di tutti e tre gli insetticidi <sup>(14)</sup>,

<sup>(5)</sup> Insetti di interesse sanitario: *Blatta orientalis* L., *Periplaneta americana* L., *Blattella germanica* L., *Pediculus humanus vestimentorum* Leach., *Musca domestica* L., *Paederus fuscipes* Curt., *Anopheles maculipennis* Meig. v. *atoparvus* V. Th., *Iridomyrmex humilis* Mayr.

<sup>(6)</sup> Insetti di interesse veterinario: *Linognathus setosus* Olf., *Crataerhina pallida* Latr.

<sup>(7)</sup> Acari di interesse veterinario: *Dermanissus gallinae* De Geer.

<sup>(8)</sup> Specie iridomirmecino-sensibili anche se di grado molto diverso: la generalità degli Insetti e Acari elencati nella Tabella VI, ad eccezione della larva di *Cossus cossus* L.

<sup>(9)</sup> La larva di *Cossus cossus* L.

<sup>(10)</sup> Specie generalmente più sensibili all'iridomirmecina che al DDT-pp': *Acheta domestica* L., *Pediculus humanus vestimentorum* Leach., *Linognathus setosus* Olf., *Pyrrhocoris apterus* L., *Oncopeltus fasciatus* (Dal.), *Pieris brassicae* L., *Musca domestica* L. DDT-resistente, *Crataerhina pallida* Latr., *Paederus fuscipes* Curt., *Formica rufa* L. *pratensis* Retz., *Lasius bicornis affinis* Sch., *Lasius brunneus* Latr., *Dendrolasius fuliginosus* Latr., *Iridomyrmex humilis* Mayr, *Tetranychus pilosus* C. e F., *Dermanissus gallinae* De Geer.

<sup>(11)</sup> Specie più sensibili, in qualche stadio particolare, all'iridomirmecina che al DDT-pp': *Periplaneta americana* L. (♂♂), *Blattella germanica* L. (neonate), *Locusta migratoria migratorioides* R. e F. (neanidi 1<sup>a</sup> età).

<sup>(12)</sup> Specie più sensibili all'iridomirmecina che al DDT-pp', a particolari concentrazioni: *Myzus persicae* Sulz., *Bruchus pisorum* L.

<sup>(13)</sup> Specie più sensibili all'iridomirmecina che al gammaesano, generalmente o a particolari concentrazioni: *Acheta domestica* L. (neonate), *Oncopeltus fasciatus* (Dal.), *Pieris brassicae* L. (larve), *Crataerhina pallida* Latr., *Bruchus pisorum* L., *Iridomyrmex humilis* Mayr., *Tetranychus pilosus* C. e F., *Dermanissus gallinae* De Geer.

<sup>(14)</sup> Larve di *Cossus cossus* L.

di specie che di fronte allo stesso insetticida presentano una sensibilità diversa nei vari stadi di sviluppo <sup>(15)</sup> mentre è quasi normale il fatto di una differente reattività per le varie concentrazioni di una stessa sostanza insetticida (ad es. v. gli attogrammi fig. 28).

Poichè la iridomirmecina esercita attività tossica di vario grado sulla quasi totalità delle specie di Artropodi saggiate, non è possibile individuare una specificità d'azione o di non azione per particolari gruppi sistematici. Tuttavia pare interessante notare come i *Formicidae* in generale manifestino una particolare sensibilità alla iridomirmecina, quasi che nella iridomirmecina la *Iridomyrmex humilis* Mayr disponga di un veleno difensivo e offensivo altamente specializzato per la lotta contro le altre Formiche che sono i più acerrimi nemici della *Iridomyrmex* stessa.

Nel complesso in base ai dati ricavati dalla nostra sperimentazione possiamo affermare che in certi casi le proprietà insetticide della iridomirmecina sono tali da far considerare questo prodotto come un ottimo insetticida, tanto più se si tiene conto della sua dimostrata innocuità per gli animali a sangue caldo.

#### Azione della iridomirmecina su vegetali

*Sull'attività fitoinibente della iridomirmecina su Lupinus albus.*

In una serie di prove preliminari è stato visto che la iridomirmecina in polvere deposta sulle foglie di varie piante non provoca alcun effetto rilevabile sia localmente sia nel comportamento generale della pianta trattata.

Tenendo conto però del fatto che diversi lattoni fra le varie caratteristiche biologiche hanno anche attività fitoinibente, è stata saggiata tale proprietà della iridomirmecina sulla leguminosa *Lupinus albus* secondo la tecnica di Macht. Questa tecnica consiste nel preparare semi di *Lupinus albus* per la germinazione in un adatto terreno facendo poi continuare lo sviluppo in apposito liquido nutritizio (soluzione di Shive) addizionato con la so-

---

<sup>(15)</sup> Specie variamente sensibili nei vari stadi di sviluppo di fronte a uno stesso insetticida: *Blatta orientalis* L., *Periplaneta americana* L., *Blattella germanica* L., *Acheta domestica* L., *Locusta migratoria migratorioides* R. e F., *Tenebrioides mauritanicus* L., *Tenebrio molitor* L., *Melasma populi* L.

stanza di cui si vuole saggiare l'attività. Dal paragone dello sviluppo dell'ipocotile e della radice di semi così trattati rispetto allo sviluppo di semi tenuti in solo liquido nutritizio, si ricava l'attività della sostanza. Riportiamo i dati qui esposti da Pavan [44] e da Pavan-Baggini [46].

Le prove con iridomirmecina sono state condotte con le diluizioni indicate nella Tabella VII e le osservazioni di sviluppo sono state ripetute ad intervalli come risulta dalla tabella stessa.

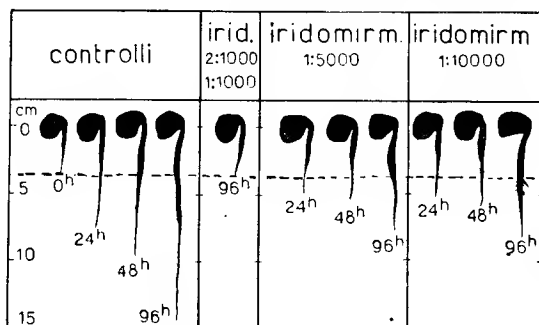


Fig. 30: Schema dei risultati sperimentali dell'attività fitoinibente della iridomirmecina su *Lupinus albus* per varie concentrazioni a diversi tempi di lettura (da Pavan [44]).

I risultati dimostrano che il trattamento in soluzione nutritizia addizionata con iridomirmecina, a seconda della concentrazione ha come effetto di bloccare o di rallentare in vario grado lo sviluppo. Allo scopo di verificare se tali condizioni di trattamento sperimentale sono letali per il seme oppure se ne viene solamente rallentato lo sviluppo, dopo tempi vari di trattamento il seme è stato trapiantato in soluzione nutritizia pura sottraendolo in tal modo all'azione del fitoinibitore. Il risultato di questi trapianti ha messo in evidenza il fatto che il seme precedentemente trattato ed inibito con diluizione di iridomirmecina 1 : 1000 e con dosi minori, riprendeva a svilupparsi, emettendo soprattutto radichette laterali in numero superiore al normale. Ciò dimostra che nelle condizioni sperimentate la iridomirmecina blocca o rallenta lo sviluppo ma il trattamento non è letale per il seme e l'azione è parzialmente reversibile.



TABELLA VII - Azione della iridomirmecina su *Lupinus albus*.

IRIDOMIR- MECINA in soluzione nutritizia di Shive	Azione su <i>Lupinus albus</i>			
	dopo 24 ore di trattamento	dopo 96 ore di trattamento	Riportato in soluzione nutritizia pura dopo il trattamento di 24 ore	dopo il trattamento di 96 ore
2:1000	bloccato	bloccato	sviluppo ripreso	sviluppo blocc.
1:1000	bloccato	bloccato	» »	» ripreso
1:5000	rallentato	rallentato	» »	» »
1:10000	rallentato	rallentato	» »	» »

L'attività fitoinibente della iridomirmecina su *Lupinus albus* è di grado modesto in comparazione alla potenza di altre sostanze già note nella copiosa letteratura esistente sull'argomento. I risultati di fitoinibizione che si ottengono solo con forti concentrazioni di sostanza e per lunghi periodi di azione non sono tali da destare preoccupazione per l'eventuale impiego dell'iridomirmecina come insetticida.

La interpretazione del significato biologico di questa caratteristica della iridomirmecina è per ora almeno difficile. Infatti per varie specie di Formicidae, che però non elaborano iridomirmecina, sussiste il problema di spiegare come ottengano che i semi raccolti e immagazzinati sottoterra non germinino nonostante le condizioni ambientali altamente favorevoli (fatto che come ipotesi di ricerca si può pensare possa esser ottenuto mediante un condizionamento chimico), ma *Iridomyrmex humilis* Mayr, come è ben noto, non raccoglie nè conserva semi e quindi non ha bisogno di disporre di un fitoinibitore.

Benchè questo dato non trovi per ora una spiegazione biologica esso appare di un certo interesse anche perchè non ci risulta che altre sostanze di origine entomologica siano state studiate sotto questo punto di vista.

*Antagonismo della iridomirmecina verso l'effetto oncogeno della colchicina e del gammaesaclorocicloesano su Lupinus albus.*

La constatazione che la iridomirmecina ha attività inibitrice sullo sviluppo del seme della Leguminosa *Lupinus albus*

ha suggerito altre sperimentazioni allo scopo di mettere in evidenza se e come la iridomirmecina possa interferire sull'azione oncogena che particolari sostanze esercitano su *Lupinus albus*. In una prima serie di esperimenti rivolti a indagare questo argomento, e dei quali riportiamo i risultati da Pavan [45], e da Pavan-Valcurone [47], sono stati scelti due prodotti che hanno proprietà oncogene sul *Lupinus albus*, e precisamente la colchicina e l'isomero gamma dell'esaclorocicloesano.

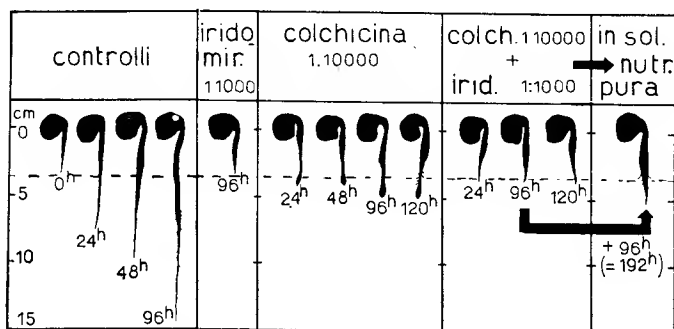


Fig. 31: Schema dei risultati sperimentali sull'antagonismo della iridomirmecina verso l'effetto oncogeno della colchicina (da Pavan [45]).

La colchicina ha ben note proprietà fitoinibenti ed oncogene che si manifestano con un rallentamento di sviluppo e una deformazione tumorale caratteristica della radice.

L'isomero gamma dell'esaclorocicloesano ha la proprietà di rallentare lo sviluppo e di determinare un ingrossamento tumorale della radice. Questi fatti furono interpretati da Ciferri e Bertossi ([1 bis]) non come direttamente legati alla sostanza ma dovuti a imponderabili impurezze presenti nel prodotto stesso. Essendo state riscontrate dette proprietà anche nel prodotto utilizzato per queste ricerche, esso venne sfruttato per l'impostazione della ricerca di un'eventuale azione antagonista della iridomirmecina rispetto all'attività oncogena di tale prodotto.

L'esperimento è stato condotto facendo sviluppare *Lupinus albus* in soluzione nutritizia di Shive addizionata con gammaesano

e iridomirmecina, nelle proporzioni indicate nella Tabella VIII. Vennero sperimentati lotti di controllo della soluzione nutritizia pura, gammaesano, colchicina e iridomirmecina.

I risultati di tali prove sono esposti riassuntivamente nella Tabella. Essi hanno dimostrato che l'azione fitoinibente della iridomirmecina si esercita anche in presenza di concentrazioni oncogene di gammaesano e di colchicina: infatti con opportune concentrazioni di iridomirmecina l'azione oncogena di questi due prodotti non si manifesta.

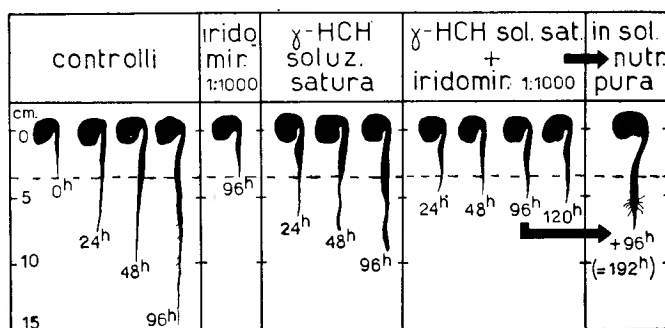


Fig. 32: Schema dei risultati sperimentali sull'antagonismo della iridomirmecina verso l'effetto oncogeno del gamma-esaclorocicloesano (da Pavan [45]). (Nella terza colonna sono rappresentati i lupini con il caratteristico ingrossamento tumorale della radice dopo 48 e 96 ore).

Successivi esperimenti di trasferimento in soluzione nutritizia pura dei semi trattati con solo gammaesano e con sola colchicina hanno rivelato che l'azione oncogena continua a mantenersi; al contrario i semi trattati con soluzione oncogena di gammaesano o di colchicina addizionata con dosi sufficientemente fitoinibenti di iridomirmecina trasportati in soluzione nutritizia pura si sviluppano senza presentare la caratteristica alterazione tumorale propria del gammaesano e della colchicina.

Riassumendo rileviamo che la colchicina e il gammaesano a dosi opportune esercitano dunque una attività fitoinibente che si esplica con un blocco o rallentamento di accrescimento ma nello stesso tempo generano la comparsa di una formazione tumorale della radice. In un certo senso si può dire che in tali casi mentre è inibito o rallentato lo sviluppo normale del tessuto viene a instaurarsi uno stimolo oncogeno specifico.

TABELLA VIII - *Antagonismo della iridomirmecina all'azione oncogena di colchicina e gammaesano su Lupinus albus.*

Prodotti saggia in soluzione di Shive	Effetto su <i>Lupinus albus</i>	
	con trattamento per 96 ore	dopo il successivo trapianto in soluzione di Shive pura
A. COLCHICINA 1 : 10000	fitoinibente e oncogeno	continua a mantenersi il tumore già esistente; cre- scono nuove radichette nor- mali
B. GAMMAESACLO- ROCILOESANO soluzione satura	fitoinibente e oncogeno	continua a mantenersi il tumore già esistente; cre- scono nuove radichette nor- mali
C. IRIDOMIRMECINA 1 : 1000	fitoinibente	ripresa dello sviluppo del- l'ipocotile; nascono radi- chette laterali normali ma più numerose; la radice principale è inibita
A. + C.	fitoinibente, soppressa l'azione oncogena, op- pure è lievissima e spo- radica	ripresa dello sviluppo del- l'ipocotile; nascono radi- chette normali a corona presso il colletto; la radice principale è inibita
B. + C.	fitoinibente; soppressa l'azione oncogena	ripresa dello sviluppo del- l'ipocotile; nascono radi- chette normali lungo la ra- dice che dà segni di ripresa

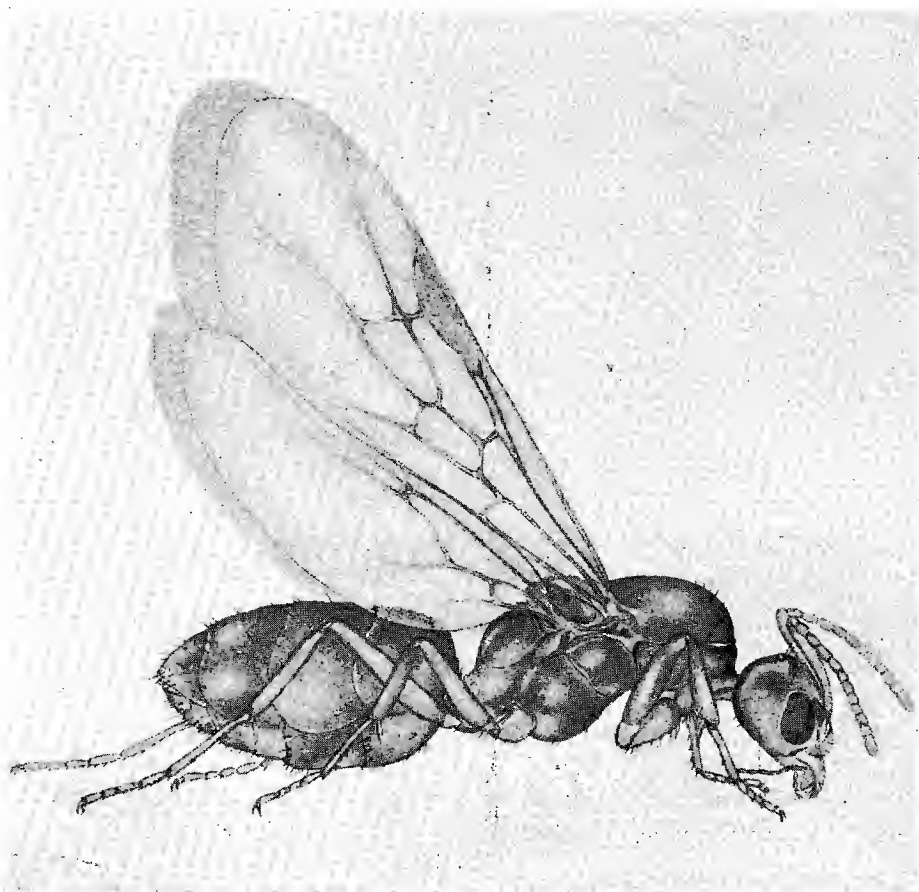
La contemporanea presenza di iridomirmecina in dosi appropriate nel liquido nutritizio viene ad opporsi a tale stimolo oncogeno e ne sopprime gli effetti. Per di più è interessante il fatto che i semi trattati con le soluzioni oncogene continuano a mantenere e in parte a sviluppare il tumore anche se trapiantati in soluzione nutritizia pura, mentre quando hanno subito il contemporaneo trattamento con iridomirmecina in dosi bloccanti l'effetto oncogeno, questo non si manifesta più anche trapiantando il seme in soluzione nutritizia esente da iridomirmecina e dalla sostanza oncogena.

L'ampliamento di questi risultati suggerisce lo sviluppo di un complesso di ricerche sul meccanismo di azione e di antagonismo delle varie sostanze e della iridomirmecina in particolare, che potrà valersi anche di altre tecniche e che dovrà spingersi fino al livello della chimica e della struttura cellulare con estensioni di ricerca anche nel campo animale *in vitro* e *in vivo*.

## BIBLIOGRAFIA

### 1. - BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

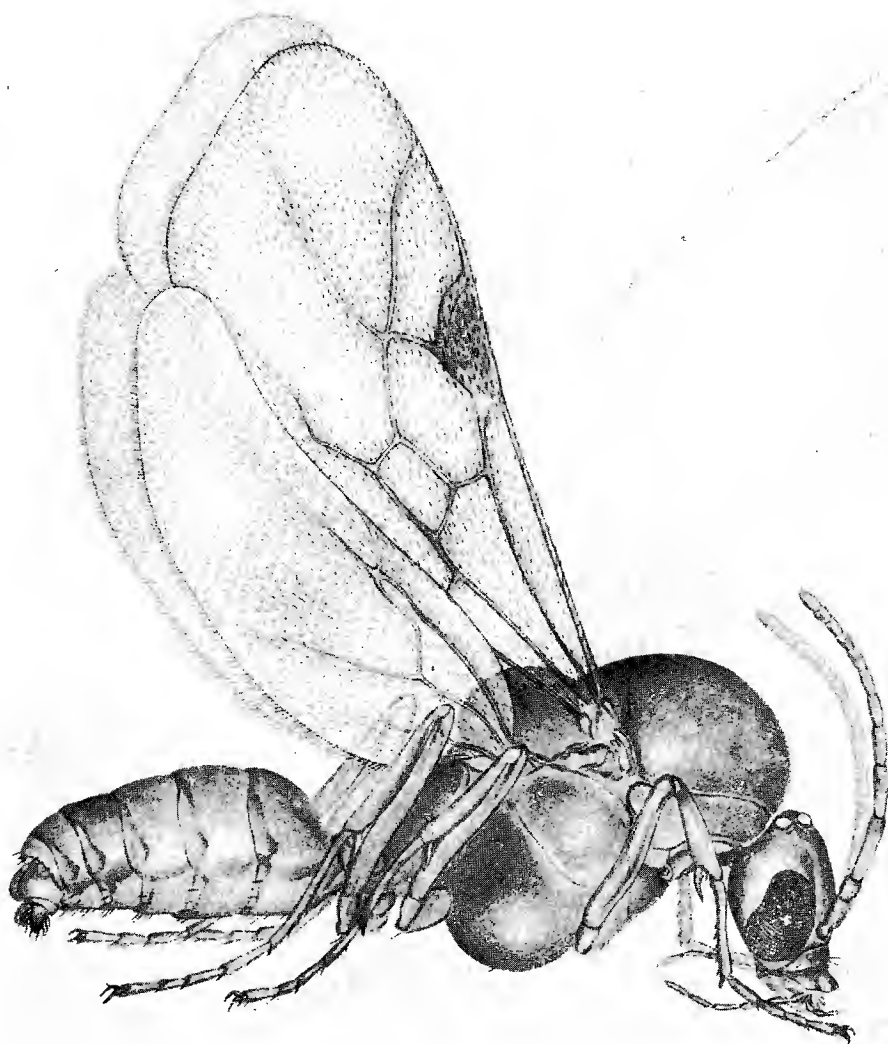
- [1] BERLAND L., BERNARD F., 1951. Superordre des Hyménoptéroïdes, in: GRASSÉ P. P.: *Traité de Zoologie*, 10 (1, 2): 771-1276.
- [1<sup>bis</sup>] BERTOSSI F., CIFERRI R., 1950. Contributo alla conoscenza dell'attività fitoinibitoria del gamma-esaclorocicloesano. - *Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia*, 8 (4), s. 5: 129-138.
- [2] BUGNION E., 1930. Les Pièces buccales, le Sac infrabuccal et le Pharynx des Fourmis. - *Bull. Soc. Royale Entom. d'Egypte*, nouvelle série, 14 (2-3): 85-210.
- [3] CHOPARD L., 1921. La Fourmi d'Argentine (*Iridomyrmex humilis*, var. *Arrogans*) dans le Midi de la France. - *Ann. des Epiphyties*, 7 (4): 237-266.
- [4] EMERY C., 1915. *Hymenoptera - Formicidae*. - *Bull. Soc. Ent. It.* 47: 80-201.
- [5] FOREL A., 1877. Der Giftapparat und die Analdrüsen der Ameisen. - *Zeitschr. f. Wiss. Zool.* 30 suppl.: 28-68.
- [6] FOREL A., 1920. Les Fourmis de la Suisse - Imprim. Coopérative, La Chau-de-Fonds: 1-333.
- [7] GHIDINI G. M., 1949. Glossario di Entomologia. - La Scuola Ed., Brescia: 1-260.
- [8] GOETSCH W., 1951. Ameisen und Termiten Studien in Ischia, Capri und Neapel. - *Zool. Jb.*, 80 (1-2): 94-98.
- [9] GRANDI G., 1951. Introduzione allo studio dell'entomologia. - Ed. Agricole, Bologna, 2 vol.: 1-950, 1-1332.
- [10] JANET C., 1898. Etudes sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles. Système glandulaire tégumentaire de la *Myrmica rubra*. Observations diverses sur les Fourmis. - Carré et Naud Ed., Paris: 1-30.
- [11] JANET C., 1898. Etudes sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles. Anatomie du corselet de la *Myrmica rubra* reine. 19<sup>e</sup> note. - *Mem. Soc. Zool. France*, 11: 393-450.



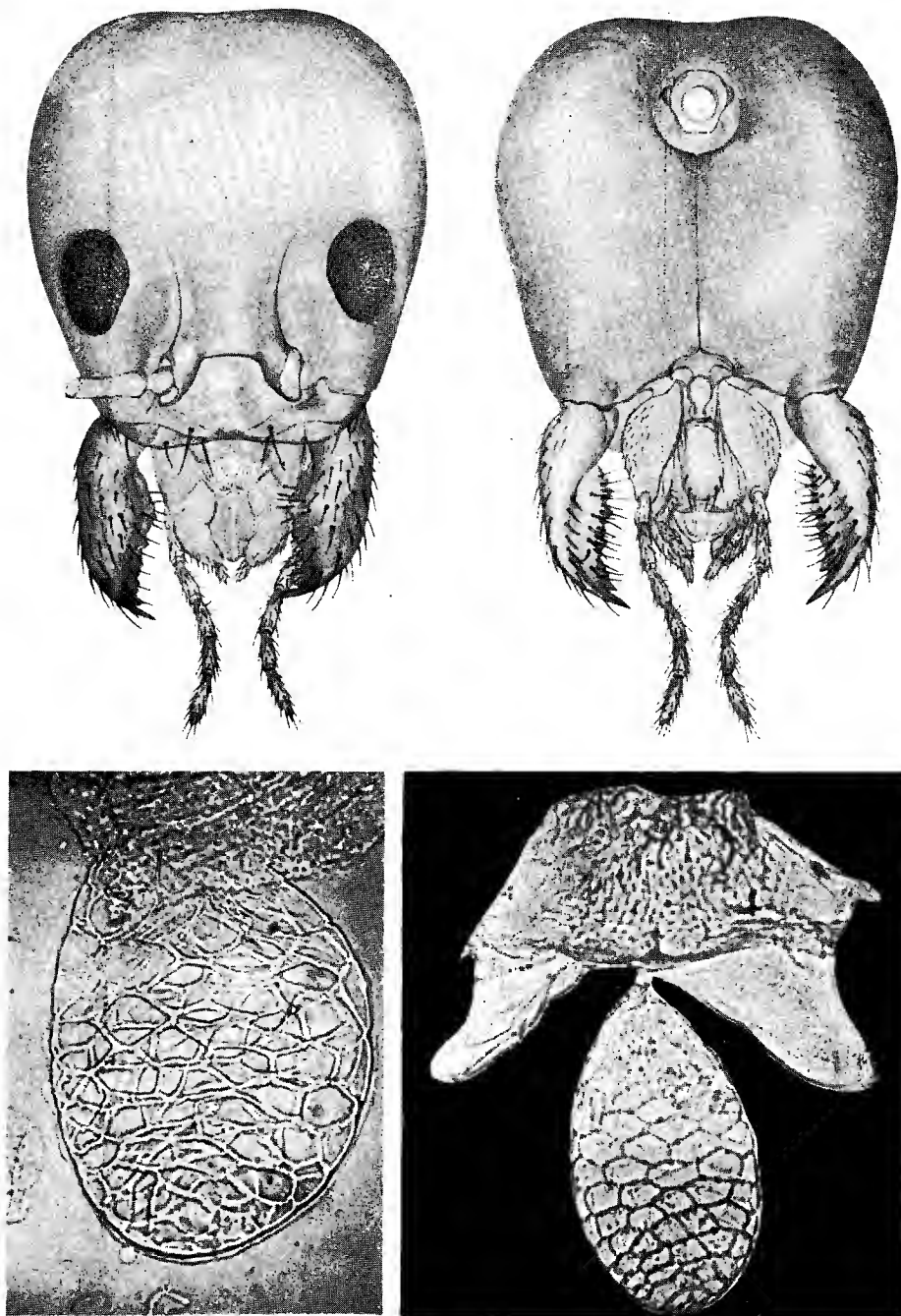
Tav. XXIX: *Iridomyrmex humilis* Mayr (Formica argentina).

In alto: operaia.

In basso: regina.



Tav. XXX: *Iridomyrmex humilis* Mayr (Formica argentina).  
Maschio.



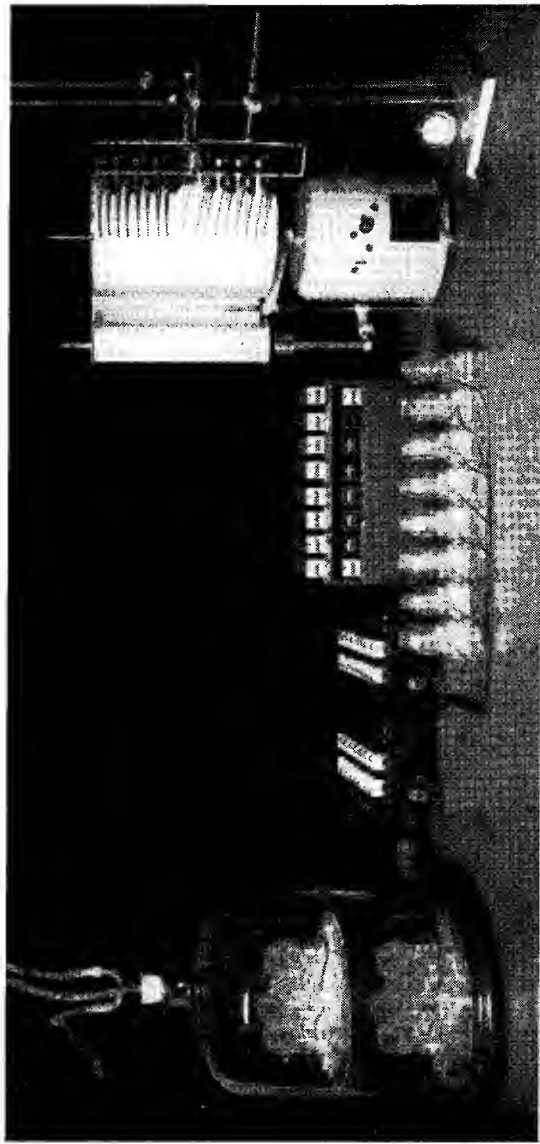
Tav. XXXI: *Iridomyrmex humilis* Mayr; operaia.

In alto: Capo di operaia visto dal dorso e dal ventre.

In basso a sinistra: Microfotografia dell'organo ventrale *in toto* non colorato. Si nota il reticolo della parete del serbatoio e, di profilo, l'esiguo spessore della copertura citoplasmatica con tre prominenze corrispondenti ai nuclei delle cellule glandolari.

In basso a destra: Microfotografia dell'organo ventrale *in toto* con l'inserzione al margine anteriore del Vurosterno.





Complesso degli attografi a camera ruotante impiegati per la ricerca qualitativa e quantitativa dell'attività insetticida di iridomirmecina, DDT-pp', e gamma-esaclorocicloesano su varie specie di insetti.

Otto camere ruotanti sotto la campana di vetro a tenuta pneumatica per gli insetti sotto condizioni perimentali, e allineate sul tavolo altre otto camere ruotanti per gli animali di controllo in condizioni normali. Ogni camera ruotando per effetto dei tentativi di deambulazione nell'insetto che vi è rinchiuso, genera impulsi elettrici che vengono registrati numericamente dai contatori e graficamente dagli scatti delle penne elettromagnetiche che scrivono sul tamburo del chimografo in rotazione (da Pavan e Ronchetti).

- [12] JANET C., 1902. Anatomie du gaster de la *Myrmica rubra*. - Carré et Naud Ed., Paris: 1-68.
- [13] MONASTERO S., 1942. Notizie sulla Formica argentina e altre dannose formiche della Sicilia. Metodi di difesa e di lotta. - Atti Reale Acc. Sc. Lett. Arti Palermo, 3, s. IV, parte I (I): 1-40.
- [14] NEWELL W. e BARBER T. C., 1913. The argentine ant. Bull. U. S. Dept. Agric. Bur. Ent., 122: 1-98.
- [14<sup>bis</sup>] PAVAN M., 1955. Studi sui *Formicidae*. I. Contributo alla conoscenza degli organi gastrali dei *Dolichoderinae*. - Natura 46 (3): 135-145.
- [15] RAGNIER A., Mieren. - Ed. Het Spectrum, Utrecht, 3 vol. 1-130, 1-101, 1-136.
- [16] SMITH M. R., 1936. Distribution of the Argentine ant in the United States and suggestion for its control or eradication. U. S. Dept. Agric., circular 387: 1-39.
- [17] SNODGRASS R. E., 1935. Principles of Insect Morphology. - McGraw-Hill Book Company, New York and London: 1-667.
- [18] WHEELER W. M., 1910. Ants, their structure, development and behavior. Ed. Macmillan, N. Y.: 1-663.

## 2. - BIBLIOGRAFIA SULLA IRIDOMIRMECINA

(In ordine cronologico)

- [19] PAVAN M., NASCIMBENE A., 1948. Studi sugli antibiotici di origine animale. I. Su un principio antibiotico di *Iridomyrmex pruinosus humilis* Mayr. - Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 72 (1-2): 193-197.
- [20] NASCIMBENE A., PAVAN M., 1948. Studi sugli antibiotici di origine animale. II. Ricerche su alcune *Formicidae* ad acido formico. - Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 72 (1-2): 199-202.
- [21] NASCIMBENE A., PAVAN M., 1948. Studi sugli antibiotici di origine animale. III. Sul significato dell'acido formico in estratti acquosi ad azione antibatterica di alcuni *Formicidae*. - Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 72 (1-2): 203-206.
- [22] PAVAN M., NASCIMBENE A., 1948. Studi sugli antibiotici di origine animale. IV. Sulla presenza di sostanze antibiotiche nella testa di *Dendroctonus fuliginosus* Latr. e *Lasius bicornis affinis* Sch. - Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 72 (1-2): 207-210.
- [23] NASCIMBENE A., PAVAN M., 1948. Studi sugli antibiotici di origine animale. V. Prime ricerche su *Hymenoptera Sphegidae* e *Vespidae*. - Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 72 (1-2): 211-213.

- [24] PAVAN M., NASCIMBENE A., 1948. Studi sugli antibiotici di origine animale. VI. Riassunto dello studio di 40 specie animali, 17 delle quali con risultati positivi. - Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 72 (1-2): 229-234.
- [25] PAVAN M., NASCIMBENE A., 1948. Studi sugli antibiotici di origine animale. VII. Ricerche su *Iridomyrmex pruinosus humilis* Mayr. (*Hymen. Formicidae*). - Igiene e Sanità pubblica, 4 (3-4): 129-141.
- [26] NASCIMBENE A., PAVAN M., 1950. Studi sugli antibiotici di origine animale. VIII. Ricerche su varie specie di *Formicidae* produttrici di acido formico. - Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 74 (3-4): 369-384.
- [27] PAVAN M., NASCIMBENE A., 1949. Studi sugli antibiotici di origine animale. IX. Sui rapporti fra estratti di *Formicidae*, acido formico e alcuni formiati. - Atti Soc. It. Sc. Nat., 88 (3-4): 136-141.
- [28] PAVAN M., NASCIMBENE A., 1948. Ricerche sugli antibiotici di origine animale. X. Nuovi risultati sulla iridomirmecina. - Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 72 (1-2): 295-298.
- [29] PAVAN M., 1948. Iridomirmecina, nuovo antibiotico estratto dalla Formica argentina (*Iridomyrmex pruinosus humilis* Mayr). - Atti 1° Congr. Naz. Antibiotici, Milano: 247-251.
- [30] PAVAN M., 1949. Iridomirmecina, antibiotique nouveau extrait de la Fourmi argentine. - XIII Congr. Int. Zool., Paris 1948: 500-501.
- [31] PAVAN M., 1949. Recherches sur les antibiotiques d'origine animale. - XIII Congr. Int. Zool. Paris, 1948: 501-504.
- [32] PAVAN M., 1950. Summary of original research on antibiotic substance of insects. - VII Int. Congr. Entom., Stockholm 1948: 866-869.
- [33] PAVAN M., 1950. Iridomyrmecin an antibiotic substance extracted from the argentine ant (*Iridomyrmex pruinosus humilis* Mayr). - VIII Intern. Kongr. of Entom., Stockholm 1948: 863-865.
- [34] PAVAN M., 1948. Ricerche sugli antibiotici di origine animale. Nota riassuntiva. La Ricerca Scientifica, 19 (9): 1011-1017.
- [35] PAVAN M., 1950. Potere insetticida della iridomirmecina e significato della sostanza nella biologia di *Iridomyrmex humilis* Mayr (Formica argentina). - La Ricerca Scientifica, 20 (12): 1853-1855.
- [36] PAVAN M., 1952. Iridomyrmecin as insecticide. - IX Int. Congr. Entom., Amsterdam 1951; 1: 321-327.
- [37] PAVAN M., 1951. Sull'attività insetticida della iridomirmecina. - Mem. Soc. Ent. It. 30: 107-132.
- [38] PAVAN M., 1952. Die Antibiotica tierischer Herkunft. - Zeitschr. f. Hygiene, 134: 136-171.
- [39] PAVAN M., 1952. Sugli antibiotici di origine animale. - Boll. Ist. Sieroterapico Milanese S. Belfanti, 31 (3-4), (5-6): 195-208, 232-245.

- [40] PAVAN M., 1952. Primo contributo sperimentale allo studio farmacologico della iridomirmecina. - Arch. Int. Pharm. Thér, 89 (2): 223-228.
- [41] FUSCO R., TRAVE R., VERCELLONE A., 1955. Ricerche sull'iridomirmecina, l'insetticida naturale secreto dalla *Iridomyrmex humilis* Mayr. - La Chimica e l'Industria 37 (4): 251-259.
- [42] PAVAN M., 1955. Sulla estrazione e cristallizzazione della iridomirmecina. La Chimica e l'Industria 37 (7): 625-627.
- [43] PAVAN M., 1955. Gli insetti come fonte di prodotti biologicamente attivi. - La Chimica e l'Industria 37 (8): 714-724.
- [44] PAVAN M., 1955. Sull'attività fitoinibente della iridomirmecina su *Lupinus albus*. - Boll. Soc. It. Biol. Sper. 31 (7-8): (estratto: 1-3).
- [45] PAVAN M., 1955. Antagonismo della iridomirmecina verso l'effetto oncogeno della colchicina e del gammaesano su *Lupinus albus*. - Boll. Soc. It. Biol. Sper. 31 (7-8): (estratto: 1-4).
- [45bis] FUSCO R., TRAVE R., VERCELLONE A., 1955. La struttura dell'iridomirmecina. La Chimica e l'Industria, 37 (11).
- [46] PAVAN M., BAGGINI A., 1955. Ricerche sull'attività fitoinibitrice della iridomirmecina su *Lupinus albus*. - Boll. Zool. 32 (in stampa).
- [47] PAVAN M., VALCURONE M. L., 1955. Ricerche sull'antagonismo della iridomirmecina verso l'attività oncogena della colchicina e del gammaesano su *Lupinus albus*. - Boll. Zool. 32 (in stampa).
- [47bis] ERSPAMER V., (Direttore dell'Istituto di Farmacologia dell'Università di Bari), PAVAN M., Ricerche inedite, 1954.
- [48] RONCHETTI G. Ricerche sull'attività insetticida della iridomirmecina (in preparazione).

### 3. - SEGNALAZIONI (S), RECENSIONI (R), SEMPLICI CITAZIONI (C), ARTICOLI DIVULGATIVI (A) SULLA IRIDOMIRMECINA

- 
- [48bis] (ANONIMO), 1948. (Recensione). - Agricoltura Siciliana 3 (7): 239 (R).
  - [49] (ANONIMO), 1950. Italian antibiotics. - Manufacturing Chemist 31 (2): 48 (S).
  - [50] (ANONIMO), 1950. (Recensioni). - Biol. Abstracts, 23 ( ) 11381; 24 (8) 24262; 25 (7) 20901 (R).
  - [51] BIANCHI V., 1949. Un antibiotico animale: l'«iridomirmecina». Il Farmacista 3 (4): 180 (R).
  - [52] BINAGHI G., 1951. Coleotteri d'Italia. Vita, ambienti, utilità, danni, mezzi di lotta. - Ed. Briano, Genova 1-210 (S pg. 18).

- [53] BRANGI G. P., PAVAN M., 1954. Sulle proprietà antibatteriche del veleno di *Apis mellifica* L. (*Hym. Apidae*). - *Insectes Sociaux*, 1 (3): 210-217 (C).
- [54] BRANGI G. P., PAVAN M., 1954. Sulle proprietà antibatteriche del miele, propoli, pappa reale e veleno di *Apis mellifera* L. (*Hym. Apidae*). - *Mem. Soc. Ent. It.* 33: 19-32 (S).
- [55] CASSELLA A., 1951. (Disinfestanti. Nuovi insetticidi). *Ig. e Sanità Pubbl.* 7 (9-10): 625 (R).
- [56] D'AGUILAR J., 1951. Des tignes et des asticots on tire des antibiotiques. - *Science et Vie* 80 (406): 53-55 (S).
- [57] D'AGUILAR J., 1951. Dai bachi e dalle tignole si ricavano antibiotici. - *Scienza e Vita* 3 (31): 497-499 (S).
- [58] DE COURSEY J. D., 1954. Addendum to *Tribolium castaneum* (Herbst) as a source of an antibacterial agent. - *Nav. Med. Field. Res. Lab., Camp Lejeune North Carolina*, 5: 81-88 (S).
- [59] DE COURSEY J. D., WEBSTER A. P., TAYLOR W. W., LEOPOLD R. S., KATHAN R. H., 1953. *Tribolium castaneum* (Herbst) as a source of an antibacterial agent. *Nav. Med. Field. Res. Lab. Camp Lejeune North Carolina*, 4, 125-136 (S).
- [60] DE COURSEY J. D., WEBSTER A. P., TAYLOR W. W., LEOPOLD R. S., KATHAN R. H., 1953. An antibacterial agent from *Tribolium castaneum* (Herbst). - *Ann. Ent. Soc. Am.*, 46 (3), 386-392 (S pg. 386).
- [61] DE STEFANI T., 1948. Recensioni ed elenco delle pubblicazioni ricevute. - *Plinia* 1 (2): 1. (R).
- [62] EL FARMACEUTICO, 1955. Nuevo insecticida. - *Medicamenta* 7 (110): 115. (R).
- [63] FUSCO R., TRAVE R., VERCELLONE A., 1954. Sulla struttura chimica della iridomirmecina, l'insetticida naturale secreto dalla *Iridomyrmex humilis* Mayr. - *Società Chimica Italiana, Riassunti delle Comunicazioni presentate al VII Congresso Nazionale di Chimica, Genova, 30 maggio-5 giugno 1954.* (Riassunto della nota di Fusco, Trave, Vercellone 1955.)
- [64] GHIDINI G. M., PAVAN M., 1948. Formica argentina. - *Scienza e Lavoro*, 3 (2): 32-34. (A).
- [65] GHIDINI G. M., PAVAN M., 1948. Mezzi di lotta contro la Formica argentina. - *Scienza e Lavoro*, 3 (12): 240-241. (A).
- [66] GRANDI G., 1951. Introduzione allo studio dell'entomologia. - Ed. Agricole, Bologna, 2 vol.: 1-950, 1-1332. (S, vol. I: 441; vol. II: 1104).
- [67] GHIDINI G. M., 1951. Moderni metodi di lotta contro gli insetti. - *Scienza e Lavoro* 6 (5): 1-56 (S pg. 28).
- [68] KUSNEZOV N., 1954. Evolucion de las comunidades vegetales y animales. - *Dusenía*, 5 (1): 1-20 (S pg. 4-5).

- [69] MASERA E., 1954. Sul contenuto microbico intestinale del baco da seta e sull'etiologia della flaccidezza. - Agricoltura delle Venezie, ottobre: 1-24 (C).
- [70] NAPOLI A., 1952. (Nuovi insetticidi). Igiene e Sanità Pubblica 8 (1-2): 106-107 (R).
- [71] P., 1948. La iridomirmecina. - Scuola Italiana Moderna 57 (18): 2. (S).
- [72] PAVAN M., 1948. Bacillo tubercolare e nuovi antibiotici. - Scienza e Lavoro 3 (7): 134. (A).
- [73] PAVAN M., NASCIMBENE A., 1948. Nuovi antibiotici dal regno animale. - 3 (4): 66. (A).
- [74] PAVAN M., 1953. Studi sugli antibiotici e insetticidi di origine animale. I. Sul principio attivo della larva di *Melasma populi* L. (*Col. Chrysomelidae*). - Arch. Zool. It. 38: 157-184. (S).
- [75] PAVAN M., BO G., 1952. Ricerche sulla differenziabilità, natura e attività del principio tossico di *Paederus fuscipes* Curt. (*Col. Staph.*). - Mem. Soc. Ent. It. 31: 67-82. (C).
- [76] PAVAN M., BO G., 1953. Pederin, toxic principle obtained in the crystalline state from the beetle *Paederus fuscipes* Curt. - Phys. Comp. et Oecol., 3 (2-3): 307-312. (C).
- PAVAN M., 1955 (v. [14bis] (S)).
- [77] PERRY W. J., 1951. Role of Insects and Arachnids in producing antibacterial substances. - American Embassy, Office of Naval Res., London, Technical Report: 1-20. (S pg. 13-16).
- [78] PERRY W. J., 1951. Bactericidal and insecticidal activity of iridomirmecina. - American Embassy, Office of Naval Res., London, Technical Report: 1-7. (S pg. 1-7).
- [79] RAINIER A., 1952. Vie et mœurs des Fourmis. - Ed. Payot, Paris: 1-224. (S pg. 58).
- [80] RAINIER A., s. d. Mieren. - Ed. Het Spectrum, Utrecht, 3 vol.: 1-130, 1-101, 1-136. (S vol. I).
- [81] STUMPER R. Ueber Schutz und Trutzsekrete der Ameisen. - Die Natur. 40 (2): 33-34 (S pg. 34).
- [82] STUMPER R., 1952. Sur les sécrétions odorantes de quelques fourmis. C. R. Ac. Sc. 235: 526-528. (S).